

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



TESIS

**“FORMULACIÓN DE UN PROCESO FÍSICO-QUÍMICO PARA LA
RECUPERACIÓN DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR -
PAITA”**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO POR:

SAMAMÉ PANTA KAREN LIZBETH

Bach. Ing. Química

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESOS INDUSTRIALES

PIURA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



TESIS

**“FORMULACIÓN DE UN PROCESO FISICO-QUÍMICO PARA LA
RECUPERACIÓN DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR -
PAITA”**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO POR:**

SAMAME PANTA KAREN LIZBETH
Bach. Ing. Química

ASESOR ACADÉMICO:

Ing. RAMIREZ RIVERA ELVIS Msc.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESOS INDUSTRIALES

PIURA – PERÚ

2019

SAMAMÉ PANTA KAREN LIZBETH
Todos los derechos reservados

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de ésta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la “UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA”.



SAMAMÉ PANTA KAREN LIZBETH

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA**



TESIS

**“FORMULACIÓN DE UN PROCESO FISICO-QUÍMICO PARA LA
RECUPERACIÓN DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR-PAITA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

PROCESOS INDUSTRIALES

JURADO CALIFICADOR

Ing. ORLANDO BARTOLOMÉ ZAPATA COLOMA Msc.

PRESIDENTE

Ing. FÉLIX RUIZ ANTÓN

SECRETARIO

Ing. CARLOS IVÁN MARCHENA TORRES Msc.

VOCAL

**PIURA – PERÚ
2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
DECANATO

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y IMPUNIDAD"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

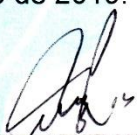
Los Miembros del Jurado Calificador nombrados mediante Resolución N° 411-CF-19, de fecha ocho de mayo de dos mil diecinueve, que suscriben, reunidos el día jueves seis de junio de dos mil diecinueve, a horas 1:00. p.m., en el aula del PROMAINA - FIM, para la sustentación de la Tesis titulada **"FORMULACION DE UN PROCESO FISICO QUIMICO PARA LA RECUPERACION DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR - PAITA"**, conducida por la señorita Bachiller en Ingeniería Química **KAREN LIZBETH SAMAMÉ PANTA**; cuenta con el asesoramiento del Ing° **Elvis Ramírez Rivera M.Sc.** Efectuadas las observaciones y dadas las respuestas, la declaran:


APROBADA

En consecuencia, queda en condición de ser calificada **APTA** y solicitar al Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, le otorgue el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUÍMICA**, de conformidad con lo estipulado en las normas legales vigentes de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 06 de junio de 2019.


ING° ORLANDO B. ZAPATA COLOMA M.Sc.
Presidente del jurado calificador


ING° FELIX RUIZ ANTON
Secretario del jurado calificador


ING° CARLOS IVAN MARCHENA TORRES M.Sc.
Vocal del Jurado Calificador

YMN.

DEDICATORIA

A mi madre Graciela, porque todo lo que soy se lo debo a ella y

A mi padre Jaime por su esfuerzo y por inculcar en mí la importancia del estudio.

A mi esposo Paúl y a mis hijos Paola y Diogho por el estímulo y el apoyo incondicional en todo momento y por ser ellos mi inspiración para finalizar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para culminar esta etapa, de mi carrera profesional, a mi asesor de tesis, el Ing. Elvis Ramírez Rivera Msc., por su invaluable ayuda en esta investigación, y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Química por aclararme las dudas surgidas durante el desarrollo de esta tesis, a mis familiares y amigos por estar siempre a mi lado.

Tabla de Contenidos

Introducción.....	16
Capítulo I ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	18
1.1. Generalidades	18
1.2. Información general de la empresa.	18
1.3. Planteamiento del Problema	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
1.5. Hipótesis.....	20
1.6. Metodología de la Investigación	21
Capítulo II MARCO TEÓRICO	22
2.1. Materia prima - anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	22
2.1.1. Características de la especie	22
2.1.2. Reproducción de la anchoveta	25
2.1.3. La importancia de la anchoveta en el Perú	26
2.1.4. La anchoveta y el Fenómeno de “El Niño”	27
2.2. Industria Pesquera de la Anchoveta	28
2.2.1. Historia de la pesquería de la anchoveta peruana	28
2.2.2. El papel económico de las industrias pesqueras en la economía nacional	30
2.2.3. Proceso Productivo de Harina y Aceite de Pescado en el Perú.....	31
2.3. Productos de la Industria Pesquera de la Anchoveta	40
2.3.1. Harina de Pescado	40
2.3.2. Aceite de Pescado	42
2.4. Organismos Gubernamentales Supervisores de la Industria Pesquera	45
2.4.1. El Instituto del Mar del Perú – IMARPE	45
2.5. Emulsiones Aceite-Agua	50
2.5.1. Características Generales de las Emulsiones	50

2.5.2.	Principios físicos de la emulsificación	52
2.5.3.	Variables influyentes en la emulsificación	53
2.5.4.	Estabilidad de emulsiones	55
2.5.5.	Estabilidad química y bioquímica de las emulsiones	58
2.5.6.	Tamaños de partícula	59
2.6.	Mecanismos de desestabilización de emulsiones	61
2.6.1.	Separación Gravitacional	61
2.6.2.	Floculación.....	62
2.6.3.	Coalescencia	64
Capítulo III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		66
3.1.	Pruebas de Laboratorio	66
3.2.	Parámetros de la prueba.....	68
3.2.1.	Establecer Objetivos	69
3.2.2.	Análisis del sistema	69
3.2.3.	Diseño de las pruebas de laboratorio	70
3.3.	Criterios importantes en las pruebas de laboratorio	71
3.3.1.	Lista de chequeo para una evaluación de sistema	71
3.3.2.	Calor.....	71
3.3.3.	Tiempo de decantación.....	71
3.4.	Muestreo para las pruebas de laboratorio.....	71
3.5.	Procedimiento de las pruebas de laboratorio.....	73
3.5.1.	Materiales y equipos requeridos	73
3.5.2.	Compuestos químicos propuestos como agentes desemulsificante.....	73
3.5.3.	Procedimiento.....	73
3.6.	Observaciones de las pruebas realizadas en el laboratorio	79
3.6.1.	Rápida decantación del agua	79
3.6.2.	Interfase.....	80

3.6.3. Turbidez del agua	80
3.6.4. Color del aceite.....	80
3.6.5. Diámetro de corte en centrifuga	80
Capítulo IV ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	81
4.1. Evaluación del Comportamiento de los Compuestos Propuestos	81
4.2. Resultados de la Prueba de Dosificación	81
4.3. Selección del Agente Desemulsificante Estándar	82
4.4. Evaluación de la Temperatura Óptima del Proceso	84
Capítulo V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS.....	91
Matriz Básica de Consistencia.....	91
CATÁLOGO ESPECIALIZADO DE NORMAS TÉCNICAS PERUANAS.....	92
CONTENIDO DE EPA Y DHA EN ACEITE CRUDO DE PESCADO PRODUCIDO EN EL PERU DURANTE EL PERIODO 1996 - 2000.....	104
Imágenes de la parte experimental en el Laboratorio.....	108
Balance de Materia del contenido graso durante el proceso productivo de Harina y Aceite de Pescado.....	114
RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 504-2018-PRODUCE.....	116
Diagrama de Flujo de la Planta de la Empresa PRODUMAR.....	122
Manual de Buenas Prácticas de Manufactura - Planta de Harina.....	123
MANUAL DE USUARIO – THE CLAY ADAMS* Brand Compact II Centrifuge Model No. 420225.....	140

Lista de tablas

Tabla 2.1. Parámetros y principales calidades de la Harina de pescado.....	41
Tabla 4.1 Evaluación cualitativa del comportamiento del agente desemulsificante.....	81
Tabla 4.2. Resultados de la Prueba de Dosificación.....	82
Tabla 4.3. Selección del Agente Desemulsificante Estándar.....	83
Tabla 4.4. Evaluación de Temperatura de Operación (Butanol).....	85

Lista de figuras

Figura 1.1. Reconocimiento con el premio “Engranaje Industrial” que otorgó el Gobierno Regional de Piura.....	19
Figura 2.1. La anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).....	22
Figura 2.2. Corriente de Humboldt.	24
Figura 2.3. Meses de reproducción de la anchoveta.	26
Figura 2.4. La anchoveta y el Fenómeno del Niño.	27
Figura 2.5. Expectativas para el sector pesca de anchoveta.....	29
Figura 2.6. Diagrama de flujo del proceso de producción de harina y aceite.....	31
Figura 2.7. Estructura de los ácidos grasos poliinsaturados.....	42
Figura 2.8. Estructura de los ácidos grasos poliinsaturados de la serie Omega 3.....	43
Figura 2.9. Procesamiento del aceite de pescado.....	44
Figura 2.10. Ubicación geográfica de los laboratorios de IMARPE.....	46
Figura 2.11. BIC Humboldt.....	47
Figura 2.12. Diferentes tipos de emulsiones.....	50
Figura 2.13. Desestabilización de una emulsión por fuerza gravitacional.....	61
Figura 2.14. Desestabilización de una emulsión por un alcohol.....	63
Figura 2.15. Floculación y coalescencia de una emulsión.....	64
Figura 3.1. Pruebas de decantación en el laboratorio.....	66
Figura 3.2. Tubos de ensayo que serán sometidos a calentamiento	75
Figura 3.3. Tubos de ensayo en la gradilla	76
Figura 3.4.. Tubos de centrifuga luego de 5 min de centrifugación	78
Figura 3.5. Tubos de ensayo que serán colocados en el equipo de Baño María	79
Figura 4.1. Selección del Agente Desemulsificante Estándar	84
Figura 4.2. Selección de Temperatura Óptima	85
Figura A.1. Detalle de la emulsión en la pera de decantación.	110

Figura A.2. Emulsión en la pera de decantación.....	110
Figura A.3. Vista de la emulsión en la pera de decantación.	111
Figura A.4. Calentando los tubos de ensayo en el equipo de Baño María.....	111
Figura A.5. Tubos listos para centrifugar.....	112
Figura A.6. Destilación al vacío.....	113
Figura A.7. Operando el equipo de destilación al vacío.....	113

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA

Bach. SAMAME PANTA KAREN LIZBETH

“FORMULACION DE UN PROCESO FISICO QUIMICO PARA LA RECUPERACION DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR-PAITA”

RESUMEN

Durante la extracción del aceite de pescado, el principal problema que debe afrontar la industria pesquera es separar la emulsión formada entre el agua y el aceite, debido al alto contenido de una proteína llamada lecitina en la materia prima.

En la actualidad, para recuperar el aceite de pescado de la emulsión, primero se calienta el licor de prensa y luego se emplea la centrifugación, sin embargo, este proceso conlleva un gran gasto de energía.

El objetivo de este proyecto de investigación es determinar si un proceso fisicoquímico propuesto es viable para recuperar la mayor cantidad posible de aceite de pescado, y a su vez disminuir el consumo energético asociado al proceso actual.

Para lograr demostrar la viabilidad o no de esta propuesta se han sometido a pruebas de laboratorio muestras de esta emulsión y se ha probado este proceso fisicoquímico.

Palabras Clave: Emulsión, aceite de pescado, agente desemulsificante, centrifugación, anchoveta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA

Bach. SAMAME PANTA KAREN LIZBETH

**“FORMULACION DE UN PROCESO FISICO QUIMICO PARA LA
RECUPERACION DE ACEITE EN LA EMPRESA PRODUMAR-PAITA”**

ABSTRCT

During the extraction of fish oil, the main problem facing the fishing industry is to separate the emulsion formed between water in oil, due to the high content of a protein called lecithin in the raw material.

Currently, to recover the fish oil from the emulsion, the press liquor is first heated and then the centrifugation is used, however, this process involves a great expenditure of energy.

The objective of this research project is to determine if a proposed physicochemical process is viable to recover as much fish oil possible, and at the same time reduce the energy consumption associated with the current process.

To demonstrate to feasibility or not this proposal, samples of this emulsion have been subjected to laboratory tests and this physicochemical process has been tested.

Keywords: emulsion, fish oil, demulsifying agent, centrifugation, anchovy.

Introducción

Durante la producción de harina de pescado se generan varios residuos líquidos:

1. Agua de cola (grasas, agua y sólidos finos),
2. Sanguaza (agua con alto contenido de carga orgánica)
3. Agua de bombeo (materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar).

Todo ello, además de “los efluentes que es agua residual de la industria, generado durante el lavado de equipos del proceso y la limpieza general de la planta; usando soluciones ácidas o alcalinas que requieren ser tratadas o neutralizadas”.

Así mismo existe un propósito común a nivel de las empresas pesqueras, lograr una eficiente y adecuada recuperación de las grasas inherentes a la producción de materia prima, que en un principio se enviaba al mar sin tener ninguna contemplación de la contaminación al mar, con la cual este trabajo de investigación: Aportara un mejoramiento al mantenimiento y conservación de equipos, así como proponer un agente desemulsificante para optimizar la recuperación de aceite de pescado, con este proceso físico químico, por lo tanto, lograr un incremento de aceite de pescado lo cual beneficia a los inversionistas pesqueros que vería rentable en el tiempo, aumentando el volumen y la calidad de aceite de pescado.

En este trabajo de investigación se quiere poder determinar mediante experiencias y el análisis de otros trabajos realizados en diferentes empresas pesqueras a nivel nacional; en la cual se podría realizar una determinada recolección de datos y mejores maneras del aprovechamiento en la recuperación de aceites y sólidos grasos del licor de prensa grasas de la materia prima, en este trabajo de investigación se trata de dar algunas mejoras para una adecuada recuperación de aceites y sólidos grasos en el agua de bombeo, la cual pasa a ser un tema importante a tratar ya que de acuerdo a los límites permisibles contenidos de grasa en el

aceite de pescado con esto se controlaría los efluentes con la menor cantidad de solidos grasos posibles.

Capítulo I

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.Generalidades

En el presente capítulo se detallará información sobre la empresa las principales características de la materia prima, y la situación actual del mercado de la industria pesquera

1.2.Información general de la empresa.

PRODUMAR es una compañía que forma parte del Grupo Profand, especializada en producción, procesamiento y ventas de productos hidrobiológicos de alta calidad, certificados bajo los más exigentes estándares internacionales. Posee soporte Internacional, al ser parte del Grupo Profand, lo que les permite realizar las inversiones necesarias en investigación, maquinaria y equipamiento para, de este modo, desarrollar nuevos productos, enriquecer los ya existentes y perfeccionar su portafolio. (PRODUMAR S.A.C., 2019)

La empresa PRODUMAR se inició en 1990 con la producción harina de pota y hoy en día procesa diversos productos ampliando su mercado. Su crecimiento se ha dado desde el 2008 logrando la exportación de 6 millones de dólares anuales y actualmente vienen facturando aproximadamente 30 millones de dólares anuales logrando exportar exclusivamente a mercados de España, Canadá, Japón y Estados Unidos. (PRODUMAR S.A.C., 2019)

En el 2017 las empresas NorAndino y Produmar del sector agroindustria y pesca, fueron galardonadas con el premio “Engranaje Industrial” que otorgó el Gobierno Regional de Piura, a través de la Dirección Regional de la Producción en el día de la Industria Nacional.

Ambas empresas fueron reconocidas por haber destacado en sus actividades en innovación tecnológica, comercio internacional, Asociatividad, buenas prácticas y respeto al medio ambiente. (WALAC NOTICIAS, 2017)

Donde el gerente comercial de la empresa PRODUMAR, Draguich Balarin, señaló “Estamos contentos y agradecidos que nos hayan reconocido. Tratamos de trabajar en varias facetas no solo de responsabilidad social sino también ambiental donde hemos hecho inversiones y esfuerzos muy grandes

desde depurar el agua de la planta hasta no contaminar el ambiente usando gas natural y tener a nuestros trabajadores con todos los beneficios” (WALAC NOTICIAS, 2017).

Figura 1.1. Reconocimiento con el premio “Engranaje Industrial” que otorgó el Gobierno Regional de Piura.



Fuente: Dirección Regional de la Producción Piura

1.3.Planteamiento del Problema

Los métodos de recuperación son esencial para los ingenieros a nivel piloto de una investigación lo que permite simular procesos con un mejor rendimiento y aplicarlo al campo de la industria pesquera. Resulta muy importante comprender el proceso de extracción de aceite, así como su interacción con las operaciones unitarias fundamentales en el campo de rompimiento de emulsiones, qué es un problema que se da en las empresas pesqueras que se forman entre el agua y el aceite.

El aceite de pescado es hoy día un valioso producto de alto valor nutricional. Pero esto no fue siempre así; el aceite de pescado originalmente fue considerado un "sub producto" de la fabricación de la harina de pescado, un producto de gran importancia en la nutrición animal. Este sub producto, que se desechaba inicialmente, y ocasionaba una contaminación ambiental, comenzó a ser utilizado en la fabricación de

pinturas, barnices, resinas, entre otros y también esporádicamente como combustible. Más tarde comenzó a utilizarse en la fabricación de mantecas y margarinas, previa hidrogenación y posteriormente en la preparación de aceites comestibles mezclado semihidrogenado y fraccionado en diferentes proporciones con aceites vegetales. Sin embargo, el descubrimiento de las propiedades benéficas de los ácidos grasos omega-3 que los aceites marinos contienen en alta proporción y su utilización en la preparación de alimentos para la acuicultura, particularmente la del salmón y trucha, ha transformado al aceite de pescado en un producto escaso, de alto valor comercial y de creciente demanda por sus propiedades nutricionales. Por lo tanto, se debe recuperar al máximo este valioso producto. (VALENZUELA B. & SANHUEZA C., 2012)

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Formulación de un proceso de mejorar la recuperación de aceite de pescado mediante procesos físicos y químicos en la empresa PRODUMAR SAC-Paita.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar de un agente químico desemulsificante para romper la emulsión y lograr recuperar la mayor cantidad de aceite de pescado.
- Reducir el consumo energético del proceso de recuperación de aceite, disminuyendo considerablemente la temperatura de operación necesaria para desestabilizar la emulsión.

1.5.Hipótesis

Es posible recuperar la mayor cantidad de aceites mediante procesos físico químicos, añadiendo un agente desemulsificante, que logre desestabilizar la emulsión, en la línea de producción de la empresa PRODUMAR SAC. para aumentar la productividad, mejorar la eficiencia energética y mejorar la calidad ambiental.

1.6. Metodología de la Investigación

El tipo de investigación es de tipo experimental donde se pueden manipular variables con la finalidad de lograr recuperar la mayor cantidad de aceite de pescado o lograr reducir el consumo energético para obtener el mismo porcentaje de recuperación de aceite, lo que se traduciría en un ahorro significativo para la empresa.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1. Materia prima - anchoveta (*Engraulis ringens*)

2.1.1. Características de la especie

La anchoveta es una especie pelágica, de talla pequeña, que puede alcanzar hasta los 20 cm. de longitud total. Su cuerpo es alargado, poco comprimido, cabeza larga, el labio superior se prolonga en su hocico y sus ojos son muy grandes. Su color varía de azul oscuro a verdoso en la parte dorsal y es plateada en el vientre. Vive en aguas moderadamente frías, con rangos que oscilan entre 16° y 23° C en verano y de 14 a 18 °C en invierno, la salinidad puede variar entre 34.5 y 35.1 ppm. (IMARPE, 2007)

Figura 2.1. La anchoveta (*Engraulis ringens*)



Fuente: www.google.com/imagenes+de+anchoveta

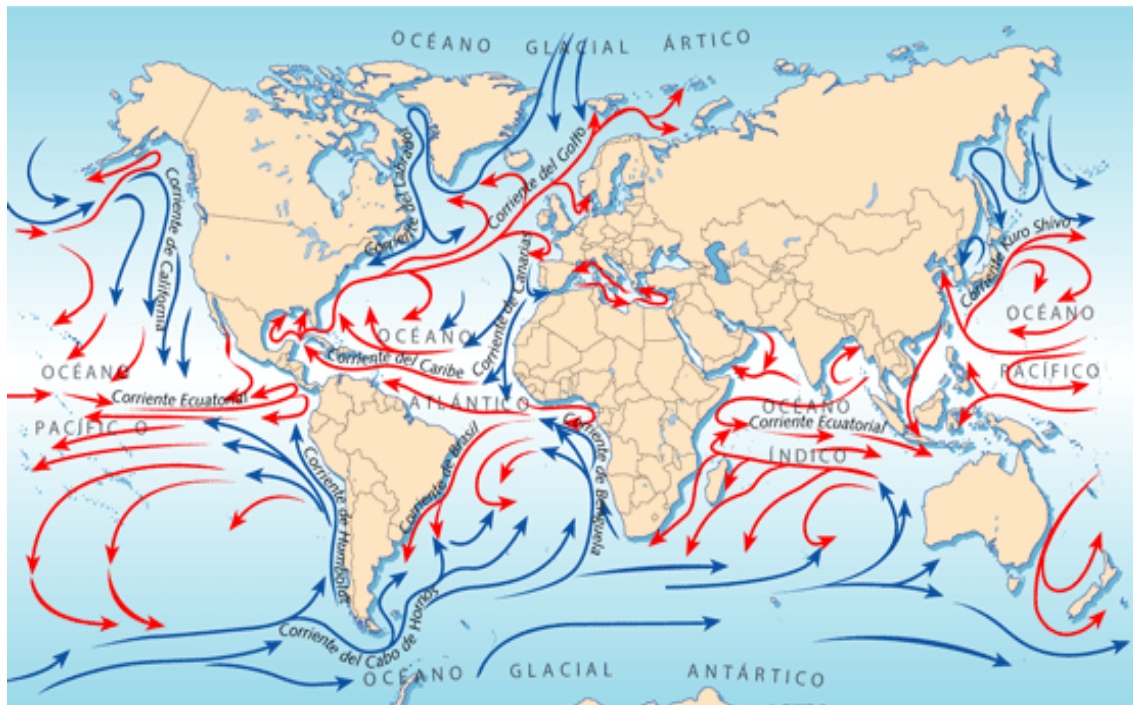
La anchoveta tiene hábitos altamente gregarios formando enormes y extensos cardúmenes, que, en periodos de alta disponibilidad, facilita que sus capturas sean de gran magnitud. La anchoveta es el alimento principal para muchas especies del ecosistema de la Corriente de Humboldt, que incluye peces, aves y mamíferos marinos; pero también es la pesquería de una sola especie más grande del mundo, destinada en mayor parte a la producción de harina y aceite de pescado para la exportación. (IMARPE, 2007)

Este pez (de nombre científico *Engraulis ringens*) tiene un rol protagónico en el mar peruano, ya que cientos de diferentes especies de peces, mamíferos y aves marinas dependen de ella para su alimentación. Se trata de una especie de forraje, es decir, es la presa principal de muchas otras especies, ya que se encuentra cerca de la superficie del mar, desciende para escapar de sus depredadores durante el día. Este pequeño pez el largo del adulto oscila entre 10 a 15cm vive en la Corriente de Humboldt presente en las costas de Perú y Chile. Se alimenta de plantas y animales microscópicos conocidos como plancton y también de pequeñas crías (larvas) de otros peces. (OCEANA, 2016)

La anchoveta depende su productividad biológica del ecosistema en que vive: la corriente de Humboldt. Esta corriente marina fluye de sur a norte trayendo aguas frías desde la Antártida. Se denominan corrientes oceánicas frías aquellas cuyas aguas tienen una temperatura mucho más fría que el aire atmosférico con el cual están en contacto. Esta idea parece un contrasentido, porque las grandes corrientes de aguas frías se producen generalmente en las costas occidentales de los continentes de la zona intertropical o subtropical, como sucede con la Corriente de Humboldt en la costa occidental de América del Sur, la Corriente de las Canarias en la costa noroccidental de África, la corriente de Benguela en la costa suroccidental de África, la corriente de California en la costa noroccidental de América del Norte y la corriente de Australia Occidental en el océano Índico. Todas estas corrientes determinan un clima muy seco y hasta desértico en las costas que bañan, por la menor evaporación cuando la temperatura de las aguas es muy fría. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2019)

La temperatura de las aguas oceánicas está en función de la latitud a la que se encuentran, de su densidad, de la profundidad a la que se encuentran, la insolación que reciben (con las variaciones diarias y estacionales de esa insolación) así como de las características físicas y químicas del agua propiamente dicha. Como las corrientes oceánicas sólo se refieren a los movimientos de las aguas en la superficie, sólo distinguiremos dos tipos de corrientes: cálidas, que se forman en las costas orientales de los continentes y frías que se originan en las costas occidentales de los mismos. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2019)

Figura 2.2. Corriente de Humboldt.



Fuente: [https://www.google.com/imágenes/corriente de Humboldt](https://www.google.com/imágenes/corriente+de+Humboldt)

Ya se ha señalado que la corriente oceánica fría se debe a la surgencia de aguas profundas cuya temperatura en todo el mundo se encuentra en torno a los 4 °C (más exactamente, 3,8 °C). Y esta surgencia se produce en las costas occidentales de los continentes debido al movimiento de rotación terrestre que obliga a ascender a las aguas profundas al chocar con el talud continental de los continentes.

Lo dicho anteriormente nos revela una especie de ley sobre las aguas oceánicas: éstas se disponen en capas, es decir, son aguas estratificadas en razón a su temperatura, la cual determina su densidad, teniendo las aguas a partir de cierta profundidad, una temperatura uniforme de unos 3,8 °C, que es cuando el agua tiene su máxima densidad. Como resulta obvio, esta temperatura se alcanza a mayor profundidad en la zona intertropical y a menor profundidad en las zonas polares y ello no se debe solo al mayor calentamiento de las aguas oceánicas en la zona intertropical (donde inciden los rayos solares más directamente) sino a la menor densidad de dichas aguas en la zona intertropical por el abombamiento ecuatorial de la Tierra: en el ecuador terrestre, las aguas son menos densas porque se encuentran algo más de 21 km más alejadas del centro de la Tierra que en los polos y, por ende, la

gravedad allí es menor. Así, la temperatura del agua oceánica y la densidad de la misma están estrechamente unidas, por lo que se considera la existencia de tres capas principales:

- La capa epipelágica
- La capa termoclina
- La capa intertropical

La capa epipelágica, hasta una profundidad de unos 200 m (nivel adonde ya no llegan los rayos solares y la temperatura es de unos 13 °C), la termoclina, que es una capa donde disminuye la temperatura rápidamente entre los 13 °C (200 m de profundidad) y los 4 °C (1000 m de profundidad), a partir de la cual, se encuentra la capa intertropical donde la temperatura está en torno a los 4 °C que es el agua con la mayor densidad (que es la máxima a dicha temperatura) donde permanecen constantes dichas propiedades físicas.

En la mayor parte de ecosistemas marinos fríos, los animales y plantas que van muriendo se descomponen y sus nutrientes se hunden y permanecen en el fondo del mar, fuera del alcance de los seres vivos que en su mayoría viven próximos a la superficie. (OCEANA, 2016)

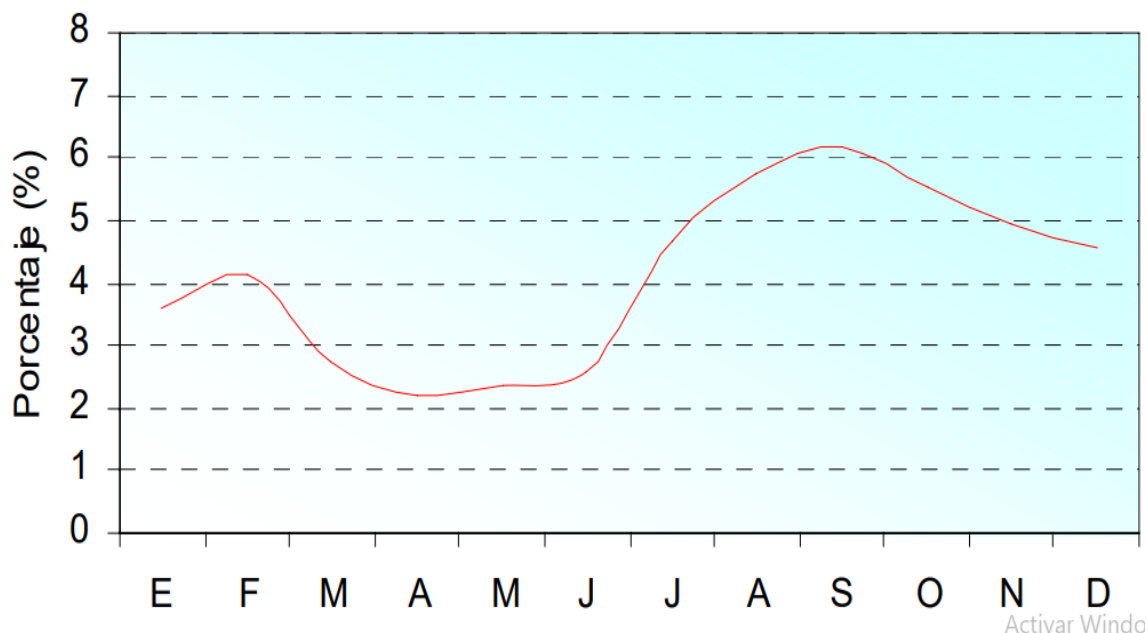
Mientras tanto, en ecosistemas ligeramente fríos se da un proceso que se denomina afloramiento, es decir, la recirculación de los nutrientes hacia la superficie, donde plantas microscópicas los pueden aprovechar y transformar en materia viva utilizando la energía de la luz del sol. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2019) De estas micro plantas se alimenta directamente la anchoveta y otros micro animales, los que a su vez también son consumidos por la anchoveta y otros peces, que a su vez lo son por animales más grandes; y así sucesivamente. Entonces, las poblaciones de anchoveta son muy numerosas y el ecosistema de Humboldt muy rico porque el afloramiento no permite que se pierdan los nutrientes, sino que los recircula permanentemente hacia la superficie, donde pueden ser reaprovechados. (OCEANA, 2016)

2.1.2. Reproducción de la anchoveta

La anchoveta tiene sexos separados, alcanza su madurez sexual a los 12 cm y se reproduce mediante la producción de huevos por parte de las hembras, que son fertilizados por el macho en el agua y el embrión se desarrolla fuera del cuerpo de la hembra. El desove de la anchoveta abarca casi todo el año,

con dos periodos de mayor intensidad, el principal en invierno (Agosto - Septiembre) y otro en el verano (Febrero - Marzo). (IMARPE, 2007)

Figura 2.3. Meses de reproducción de la anchoveta.



Fuente: (IMARPE, 2007)

2.1.3. La importancia de la anchoveta en el Perú

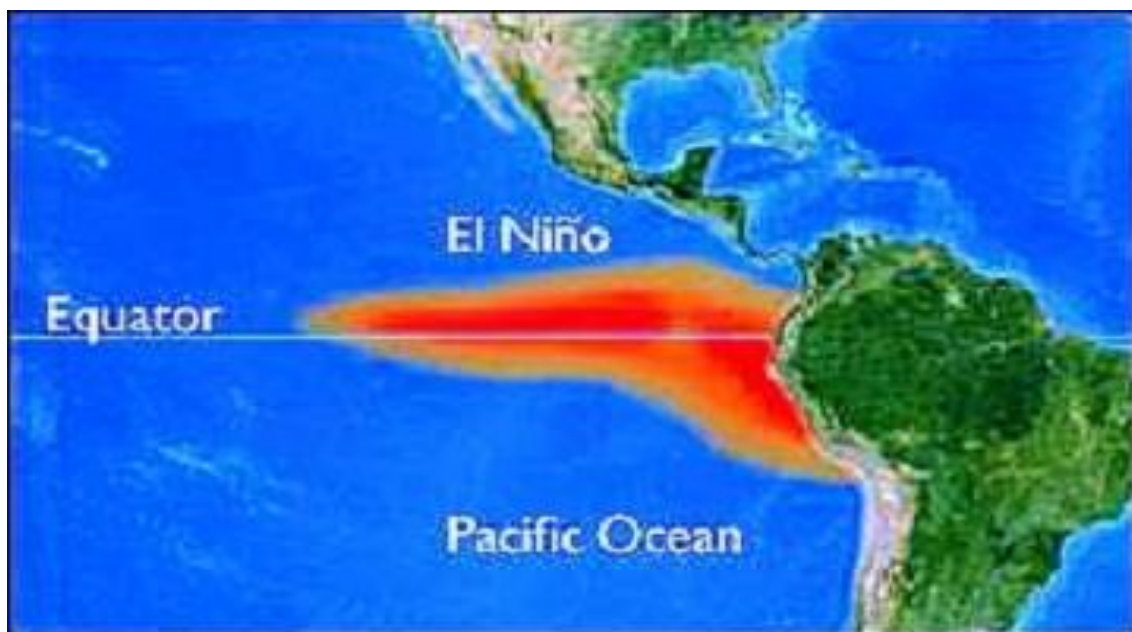
Su importancia primordial radica en ser la pieza fundamental del ecosistema de la Corriente de Humboldt. Convierte los abundantes nutrientes del fitoplancton, siendo el alimento de otros peces como el jurel, bonito, caballa, atunes, y también de otras como los lobos marinos, aves guaneras, ballenas y delfines. (OCEANA, 2016)

El 98% de la anchoveta peruana es convertida en harina y aceite de pescado desde hace medio siglo. Estos productos son exportados casi en su totalidad para ser usados en la acuicultura y alimentación de cerdos y aves de corral. Muchos de los pescados de mayor demanda en hogares, comercios y restaurantes se alimentan de la anchoveta. Esta demanda brinda trabajo a los pescadores, pero también a quienes trabaja en actividades como el transporte y procesamiento de pescados. Se estima que, en el Perú, al menos unas 250.000 personas trabajan en relación a la pesca de forma directa o indirecta. (OCEANA, 2016)

2.1.4. La anchoveta y el Fenómeno de “El Niño”

La extraordinaria abundancia de la anchoveta está directamente relacionada con la muy alta productividad de la corriente de Humboldt. Como se señaló antes, la escasez de nutrientes durante los años en los que se manifiesta, el fenómeno del Niño afecta la abundancia y la distribución de la anchoveta. En años normales, esta especie se distribuye ampliamente en toda el área de influencia de la corriente de Humboldt, pero cuando ocurre el fenómeno del Niño, sucede lo contrario, durante los primeros meses la anchoveta se refugia en los bolsones de agua fría que quedan pegados a la orilla, resultado la invasión de las aguas más cálidas que trae El Niño del norte y del oeste. (OCEANA, 2016)

Figura 2.4. La anchoveta y el Fenómeno del Niño



Fuente: <https://www.google.com/search?q=corriente+del+niño>

Durante el Fenómeno del Niño se alteran el comportamiento de muchas especies de peces que dependen de la anchoveta, siendo cada vez menos disponibles, a la vez favorece a otras especies más propias de aguas cálidas como el perico y la concha de abanico. Por otro lado, hay una mayor mortalidad de lobos y aves marinas. La caída de la población de anchoveta conlleva un efecto dominó que afecta a titulares de embarcaciones pesqueras, plantas de procesamiento hasta propietarios de restaurantes, distribuidores de harina de pescado, empresas de turismo, entre otros. Aunque es una especie resistente, ya hemos experimentado un colapso de esta pesquería en dos ocasiones, debido a la falta de precaución ante las alteraciones que provoca El Niño y la sobre extracción de recursos. La historia ha demostrado

que relajar las reglas en épocas de riesgo con una mirada a corto plazo conduce a una crisis para el ecosistema, las pesquerías y los empleos e ingresos que dependen de estas. (OCEANA, 2016)

En estos últimos refugios de agua fría, la densidad de anchoveta puede ser muy alta pero el alimento escasea, por lo cual su desarrollo se reduce y retrasa. Estas condiciones también causan el aumento de la mortalidad natural, la cual es inclusive mayor al quedar expuesta la anchoveta a depredadores de mar abierto y aguas calientes, como el jurel y la merluza, que normalmente evitan las aguas frías de la corriente de Humboldt. Conforme El Niño progresa, el stock sobreviviente de anchoveta migra hacia el sur o hacia aguas más profundas, donde puede encontrar aguas más frías. (OCEANA, 2016)

2.2. Industria Pesquera de la Anchoveta

2.2.1. Historia de la pesquería de la anchoveta peruana

La captura industrial de anchoveta peruana comienza a ser una actividad de cierta relevancia en la década de los años cincuenta, coincidiendo con mejoras tecnológicas navales que permitieron una mayor capacidad pesquera. Por aquel entonces la acuicultura industrial, tal y como la conocemos ahora, era inexistente o testimonial, y no ejercía demanda para este recurso.

Desde entonces y hasta nuestros días, el principal destino de la pesca de la anchoveta ha sido la fabricación de harina y aceite de pescado. Debido a la falta de atractivo para la población local, el destino para consumo humano directo siempre fue testimonial, en comparación al procesado industrial de este pescado. (Guelfo Fuentes, 2013)

Por aquel entonces, en 1955, en Perú se producían entre 15.000 y 16.000 toneladas a un precio que hoy más quisieran muchos encontrarse de 55 dólares USA la tonelada. Al año siguiente, vistas las rentabilidades que se obtenían de este recurso, las capturas se habían duplicado en 32.000 toneladas métricas, tendencia que siguió al alza durante los años sucesivos. La acuicultura, por entonces, seguía en bajos volúmenes de producción por lo que no ejercía demanda en el recurso, cabe recordar. Los beneficios de las empresas y las continuas mejoras en la capacidad extractiva de los barcos pesqueros; así como la abundancia del recurso permitieron la generación colateral de otros negocios como los astilleros, la industria metalmecánica, las fábricas de maquinaria especializada, de redes, de sacos de

papel y polipropileno. Esto permitió a su vez la generación de empleo y riqueza para el conjunto de la sociedad peruana. (Güelfo Fuentes Alejandro,2013)

Ya en 1970 se produjeron capturas récord por 12 millones de toneladas que se tradujeron en 2,25 millones de toneladas de harina de pescado. Al ser un recurso altamente dependiente de las condiciones oceanográficas, nadie esperaba que el primer gran crack se produjera 3 años después, en 1973, a consecuencia del evento el Niño y la sobrepesca que se venía ejerciendo sobre el recurso. Recordamos que todavía no había acuicultura. Esta crisis provocó despidos masivos, quiebra de muchas empresas y el incremento de precios. (Guelfo Fuentes, 2013)

Figura 2.5. Expectativas para el sector pesca de anchoveta.



Fuente: Manuela Zurita el Comercio ,2018

Con la reformulación del sector se tomó mayor conciencia de cómo se tenía que manejar eco sistémicamente un recurso tan importante para la economía peruana. Se dotó al **IMARPE** con capacidad científica para evaluar la explotación del recurso, se establecieron vedas y se reorganizó la capacidad pesquera del sector, en mayor o menor medida. Por aquel entonces la harina y aceite de pescado se empleaban para la alimentación ganadera y de aves y el aceite también para la elaboración de pinturas.

Ya había cierta demanda ejercida por la acuicultura, principalmente del salmón y algo de las especies Mediterráneas.

Hoy en día, con un mayor control sobre la capacidad máxima de explotación de la pesca de la anchoveta y con el crecimiento de la industria acuícola, se ha producido la diversificación de uso, no un aumento de las capturas. Se puede considerar que actualmente la industria acuícola es hoy la que mayor demanda ejerce sobre este insumo y es ella la más interesada en preservar su capacidad de extracción debido a su dependencia para seguir creciendo. La necesidad de disponibilidad de aceite de pescado es todavía mayor si cabe y se estima que la industria acuícola absorbe entre el 70 y el 90 por ciento de la producción.

Por todo esto que les hemos contado es importante saber que haya o no acuicultura, la anchoveta se seguirá pescando para alimentar pollos, cerdos o la industria que la demande. Lo importante es controlar que el recurso se mantenga a niveles estables, evitando que se produzcan episodios de volatilidad de precios, ya que esta desestabilización provoca a su vez un efecto en mariposa en el resto de la cadena de valor. (Guelfo Fuentes, 2013)

2.2.2. El papel económico de las industrias pesqueras en la economía nacional

La industria pesquera es un sector que genera empleo formal, ingresos para el Estado y exportaciones que tienen impacto económico a nivel descentralizado, gracias a que buena parte de las actividades extractivas y de procesamiento de ingredientes marinos tienen su centro de operaciones en ciudades costeras del interior del país. (Sociedad Nacional de Pesquería, 2019)

En el periodo enero-junio de 2017, el sector pesca aumentó en 82.85%, contribuyendo positivamente en el PBI del primer semestre del año. De acuerdo con EY, el sector pesquero peruano logrará consolidarse como el de mayor aporte al PBI nacional al cierre del 2017, gracias a la mayor captura de anchoveta, que generó, junto con el inventario de harina del cierre del año 2016, un gran volumen de exportación de harina de pescado.

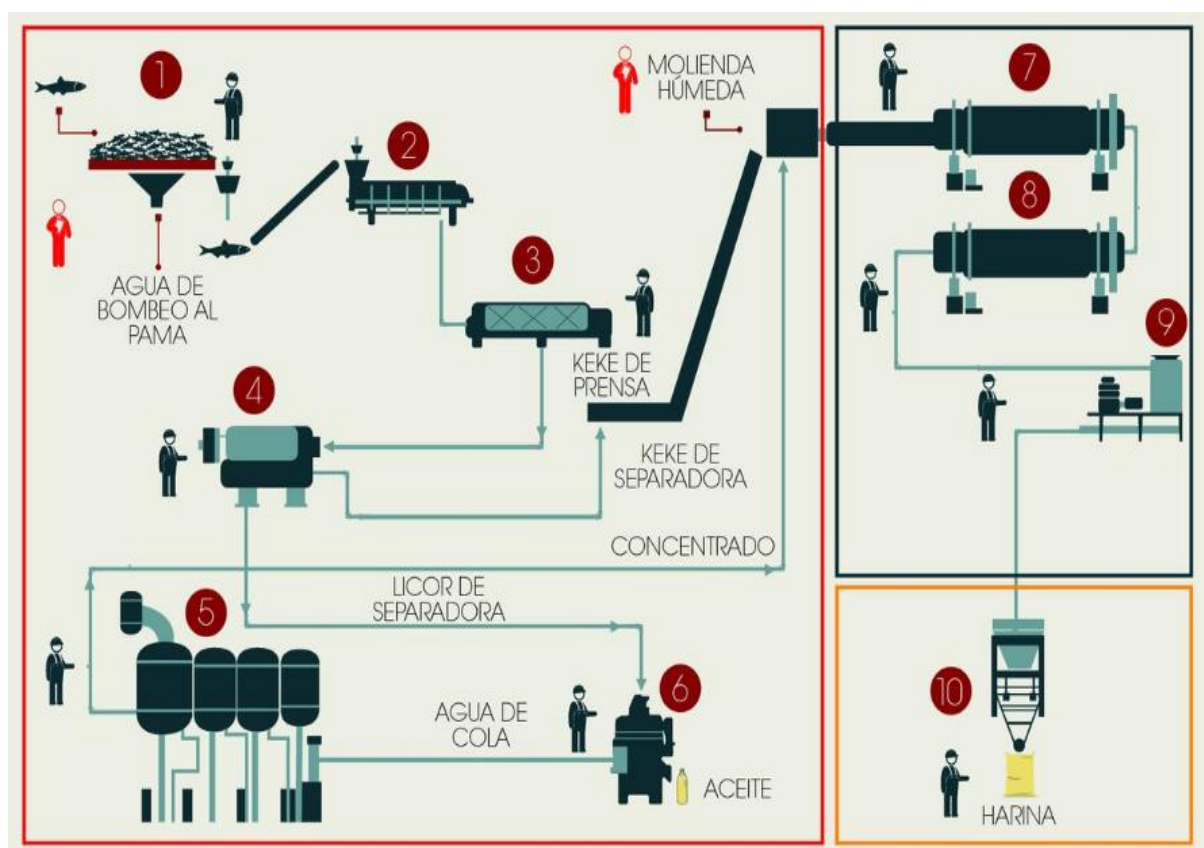
En 2017, la industria pesquera también contribuyó a la recuperación de la industria manufacturera, golpeada por la crisis externa. Asimismo, ayudó a recuperar el dinamismo económico de las ciudades afectadas por el Niño Costero: (<https://goo.gl/HLExwi>)

En el documento Aportes al debate en pesquería Relevancia del Sector Pesquero en la economía peruana se destaca que la pesquería representa el 2% del PBI total nacional (cifras al 2012). Sin embargo, este referente ha caído en los últimos años, debido a las anomalías climáticas y a las políticas contrarias al desarrollo de la industria pesquera durante el gobierno de Ollanta Humala. Sector pesquero creció 31% en primer semestre del 2018. Acumuló un total de 4.7 millones de toneladas, informa Produce. En el primer semestre del presente año, el volumen de extracción del sector pesquero se incrementó 31%, alentado por el mayor desembarque de anchoveta destinada a la producción de harina y aceite de pescado (4.7 millones de toneladas). (Sociedad Nacional de Pesquería, 2019)

Casi el 12% de las exportaciones peruanas provienen de la pesquería. La harina y el aceite de pescado de la pesquería de la anchoveta representan tres-cuartos de estos ingresos. Las pesquerías peruanas emplean directamente o indirectamente a unas 100,000 personas. (International Fishmeal and Fish Oil Organisation - IFFO, 2008)

2.2.3. Proceso Productivo de Harina y Aceite de Pescado en el Perú

Figura 2.6. Diagrama de flujo del proceso de producción de harina y aceite.



Fuente: (Sociedad Nacional de Pesquería, 2019)

Pasos mostrados en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 2.6

- 1) Pesaje y almacenamiento de Materia prima
- 2) Cocción
- 3) Prensado
- 4) Separación de solidos
- 5) Evaporación
- 6) Centrifugación
- 7) Secador de discos
- 8) Secador de tubos
- 9) Sistema de molienda
- 10) Envasado

Según la bibliografía consultada, y la propia experiencia en campo, se considera algunos pasos que no se muestran en el diagrama de flujo, y que, junto con los demás pasos del proceso productivo, se hablara de cado uno en las siguientes líneas:

2.2.3.1.Descarga

Para la producción de harina especial de alta calidad no es suficiente disponer de equipos con avanzada tecnología, es indispensable contar con una materia prima fresca y entera en lo posible, para ello es necesario realizar una manipulación cuidadosa del pescado durante su descarga en la planta. (Burgos Soto, 2014)

La descarga consiste en traslado del pescado del de la embarcación a la planta en las mejores condiciones posibles de tal forma que en todo momento se evite el destrozo del pescado y con ello se facilite el proceso autolítico y microbiano.

La anchoveta es trasladada desde las embarcaciones la planta por medio de cámaras en dónde la materia prima llega divinamente congelada para evitar el rigor mortis y su posterior descomposición.

2.2.3.2.Recepción y pesaje

El proceso productivo se inicia una vez que la planta ha recibido la materia prima.

El laboratorio de control de calidad se encarga de realizar un primer análisis a la materia prima para determinar la condición de extra y posteriormente verificar la calidad y parámetros operacionales del proceso hasta la obtención de la harina.

Una vez que la materia prima ha llegado la planta pasa por los equipos de pesaje el resultado obtenido permitirá posteriormente conocer la eficiencia del proceso y luego la descarga va a la poza de almacenamiento de pescado.

2.2.3.3.Almacenamiento de la materia prima.

Una vez pesa la materia prima el descargado y almacenan las bolsas de concreto que Generalmente tienen el piso inclinado para dar lugar a un mejor escurrimiento del agua residual del proceso de congelación. En esta etapa se cumple con la recolección de las aguas a proveniente del drenaje de las pozas para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas.

El pescado almacenado en las pozas debe ser transportado en forma continua hacia los cocedores. La anchoveta extraída de las pozas por medio de un transportador helicoidal, es llevada hacia una Tolva de almacenamiento o de retención para su ingreso a los secadores por medio de un transportador de paletas o palets.

2.2.3.4.Cocinado

La materia prima es transportada hacia La Tolva del cocinador, la cual tiene la finalidad de asegurar Una alimentación constante a los cocinadores. En esta operación la materia prima es sometida al aporte indirecto del vapor saturado generado en el caldero. En esta etapa del proceso se produce la coagulación de las proteínas, el rompimiento de las células adiposas que se eliminan como agua y aceite y se detiene la actividad microbiana y enzimática responsable de la degradación orgánica. (Tecnología Pesquera y agroindustrial, 2012)

Con el objetivo de que el cocinado sea óptimo, el rango de temperatura mínima que se debe alcanzar está entre 90 y 95 grados Celsius y el tiempo de cocción Entre 15 a 20 minutos. Esta operación unitaria es sumamente crítica y se debe tener cuidado para poder adaptarlo a la consistencia del pescado. Si la cocción del pescado es incompleta no puede excluirse satisfactoriamente la mezcla de agua y aceite; si

por el contrario acciones excesiva la textura del producto es demasiado blanda y pulposa para permitir la fácil salida de líquido exprimido a través de las fibras de los tejidos durante el proceso de prensado. (Rojas Gordillo, 2005)

2.2.3.5.Drenado o Pre-Streiner

El objetivo del Pre-Streiner es drenar o desaguar la mayor parte de la fracción líquida de la materia prima cocida permitiendo así la separación de la parte sólida. Esta operación intermedia permite que las prensas reciban dicha materia con menor cantidad de líquido. La fracción líquida se mezcla con el caldo o licor de prensa la fracción sólida es transportada hacia las prensas.

2.2.3.6.Prensado

Esta operación permite separar la materia desaguada en dos fases: una fase sólida denominada torta o cake de prensa para elaborar harina y otra denominada caldo o licor de prensa que constituye parte de fase líquida para el aceite.

Esta etapa corresponde a un prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador. La materia cocida es fuertemente comprimida por los tornillos escurriendo un licor de prensa a través de las rejillas, y una masa más sólida o torta de prensa por el otro extremo.

Las prensas son equipos que disponen de una caja en cuya cavidad se instalan dos tornillos giratorios con un paso de helicoide decreciente gradualmente. La pared de la caja tiene perforaciones a través de la cual fluye el licor exprimido.

Este equipo funciona a una velocidad y temperatura adecuada según el tipo, condición de la materia prima y la optimización en la etapa de cocción.

El licor de prensa se une con el licor del Pre-Streiner y es enviado a las separadoras de sólidos; y la torta de prensa a los secadores, la cual llega con una humedad entre 45 -50 % en peso, que asegura obtener una harina dentro del límite aceptable en contenido graso.

2.2.3.7.Recuperación de Sólidos

En esta etapa del proceso el licor de prensa y del Pre-Streiner se hacen pasar a través de máquinas centrífugas horizontales denominadas “separadoras de sólidos” con el objeto de separar este licor por

el principio de centrifugación en dos fases, una fase compuesta por sólidos insolubles y mínimo de agua, aceites, y solubles, conocidos como “sólidos o torta de separadora”, la otra fase liviana que corresponde al “licor de separadoras”. (Burgos Soto, 2014)

El producto recuperado, denominado torta de separadora contiene sólidos, aceite y agua, siendo la humedad promedio de este producto de 62%, la torta de separadoras, junto con la torta de prensa, constituyen la alimentación al secador.

El otro producto obtenido se denomina licor de separadoras, cuyo contenido es similar al licor de prensa, pero con menor porcentaje de sólidos. Este licor es alimentado a las centrifugas, para la obtención de aceite posteriormente.

2.2.3.8.Obtención de aceite mediante centrifugación

El licor de la separadora es precalentado a una temperatura de 95° C facilitando de esta manera la separación de los componentes líquidos (fase acuosa y aceite) de la emulsión formada para ingresar a la centrífuga.

Está consiste en una máquina centrífuga vertical (es un dispositivo que aumenta la fuerza gravitacional efectiva, causando la separación de los líquidos o de un líquido y un sólido cuando estos son de densidades diferentes) cuya función es separar del licor alimentado el aceite con muy poca humedad, dejando agua con baja cantidad de grasa y sólidos, designada Agua de Cola, que se envía a la planta evaporadora.

La operación de centrifugación utiliza la fuerza centrífuga para separar los diversos componentes que tiene el licor de prensa como son el aceite, sólidos solubles e insolubles y agua,

en razón de su diferencia de densidades.

El aceite que sale de la centrífuga es bombeado a tanques de decantación y posteriormente a los tanques de almacenamiento de aceite crudo de pescado, desde donde se realiza el despacho. Aquí es donde se controla la acidez, humedad, sólidos y stock del aceite producido. (Burgos Soto, 2014)

2.2.3.9.Tratamiento de Agua de Cola.

Cuando las separadoras centrífugas han removido la mayor parte del aceite y sólidos suspendidos del licor de prensa, llegamos al Agua de Cola. Para todos los fines prácticos uno puede estimar la cantidad de Agua de Cola es el 65% de la materia prima.

Además de agua, el Agua de Cola contiene los siguientes elementos:

- Proteína disuelta (100% digerible)
- Minerales
- Vitaminas
- Grasa

Cuando las separadoras centrífugas han removido la mayor parte del aceite y sólidos suspendidos del licor de prensa, llegamos al Agua de Cola. Para todos los fines prácticos uno puede estimar la cantidad de Agua de Cola es el 65% de la materia prima.

El Agua de Cola proveniente de las separadoras, debido a su contenido de sólidos es enviada por bombas a la Planta Evaporadora o Planta de Agua de Cola, en la cual se recupera el sólido del producto, mediante la evaporación y eliminación del agua contenida. El licor obtenido en este proceso se conoce como concentrado o soluble de pescado, porque es una solución con un alto contenido de sólidos solubles.

Calidad de Producto. El uso de la tecnología de evaporación en película descendente (Falling Film) tiene grandes ventajas desde el punto de vista de la calidad y de la economía del proceso debido a que utilizan vahos de desecho como fuente de energía. Sin embargo, una de las consecuencias de la introducción de esta tecnología, es que la capacidad de secado ha debido incrementarse, puesto que los evaporadores pueden concentrar hasta un 35%-45% de sólidos totales.

Además, al utilizar un Evaporador tipo Película Descendente, se obtienen harinas de mejor calidad dado que siempre se puede agregar concentrado fresco, y presencia de concentrado añejo será mínima. El daño térmico de las proteínas es menor, lo que se refleja en un color más claro, debido al menor tiempo de concentración, y menores temperaturas de operación (Tecnología Pesquera y agroindustrial, 2012).

2.2.3.10. Secado por Aire Caliente (SAC).

El objetivo es deshidratar la torta de prensa, torta de separadora y el concentrado de Agua de Cola, unidos y homogenizados previamente; sin afectar la calidad del producto. La principal razón es reducir la humedad del material a niveles de agua en donde no sea posible el crecimiento microbiano ni se produzcan reacciones químicas que puedan deteriorar el producto. En la práctica, esto significa secar hasta un contenido de humedad no mayor al 10%. Por el contrario, no debe bajar del 6%, ya que significaría que se ha recalentado, y su calidad nutritiva y proteica ha sido alterada (Rocha & Rojas, 2010)

En la elaboración de harinas especiales se emplean los secadores de vapor indirecto en el cual durante, el proceso de secado, los vapores de agua son arrastrados por un aspirador de gases (exhaustor) para ser aprovechados por la Planta Evaporadora.

En esta etapa se utiliza el Secador Rotatorio por Aire Caliente. El equipo consiste en un cilindro rotatorio que distribuye la harina en forma de cortina en su interior y que mediante la circulación de aire con bajo contenido de humedad permite el secado de ésta. Para secar el aire, el equipo utiliza un intercambiador de calor constituido por paneles de tubos aleteados y un ventilador para hacer circular el aire por el exterior de los tubos del intercambiador, aire que luego es ingresado al cilindro rotatorio a través de un ducto conectado a la caja donde se alimenta el scrap a secar. (ESMITAL, 2007)

Los vahos y el aire son extraídos por un extractor y los finos de harina son recuperados en un ciclón en donde por efecto de la fuerza centrífuga y de la gravedad se separan las partículas finas.

Aspiración de los Gases. El vapor de agua junto con los gases de combustión y las partículas sólidas finas son arrastrados por el aspirador de gases y transportados a los ciclones en donde por efecto de la fuerza centrífuga y de la gravedad se separan las partículas finas de los del vapor; arrojándolos al exterior. (Tecnología Pesquera y agroindustrial, 2012)

2.2.3.11. Molienda seca

El objetivo de la molienda, es la reducción del tamaño de los sólidos hasta que se satisfagan las condiciones y especificaciones dadas por los compradores.

La molienda del scrap es de capital importancia, porque una buena apariencia granular incidirá favorablemente en la aceptación del producto en el mercado, ya que una harina molida apropiadamente tiene un aspecto atractivo y se mezcla fácilmente en las proporciones de alimentos que requieren combinaciones y mezclas adecuadas.

(cdam.minam.gob.pe/multimedia/contaminacion_industriai/PDF%20files/Original_CD_PDF/alimento/pescado.pdf).

Para la realización de esta molienda se utiliza un molino de martillos que muelen el scrap obteniéndose granos finos de harina y pasan a través de un tamiz o malla.

Transporte Neumático. Después del secado el scrap sale con la humedad deseada, pero a una temperatura no conveniente para ser envasada inmediatamente. Por ello es que se le disminuye la temperatura antes de ser envasada. (Tecnología Pesquera y agroindustrial, 2012) La harina de pescado obtenida después del proceso de molienda es transportada por medio de ventiladores centrífugos a un ducto neumático donde se enfría hasta, alcanzar las temperaturas de almacenaje recomendadas. El producto final, después de pasar por el ducto, es colectado en ciclones y transportado hacia el equipo mezclador de antioxidante (Castillo, F 2009)

2.2.3.12. Dosificación de Antioxidante.

Por lo general, la harina de pescado sufre la oxidación de sus grasas, por ser un producto higroscópico (absorción de humedad) y absorbe oxígeno. Para evitarlo, el producto es envasado frío y se estabiliza con antioxidantes. (www.agustiner.com/Medio-Ambiente/Politica-ambiental)

Los antioxidantes son compuestos químicos que retardan la autooxidación, la cual supone que una molécula de oxígeno reacciona con una molécula de lípido en un enlace no saturado para formar un peróxido, después que una o dos moléculas han sido activadas por medio de la absorción de una fracción de energía. El peróxido formado tiene la facultad de: activar nuevas moléculas formando nuevos peróxidos, y de esta manera se establece una reacción en cadena al menos que se disipe la energía en una reacción alternativa. Si no se detiene la reacción, que es exotérmica, el producto se combustiona, bajan los pesos moleculares y adicionalmente se produce mal olor y sabor rancio.

(www.cdam.minam.gob.pe/multimedia/contaminaciof,_industriai/PDF%20files/Original_CD_PDF/alimento/pescado.pdf)

La cantidad de antioxidantes necesaria para evitar un calentamiento excesivo dependerá del grado de reacción que tenga el aceite, y éste varía según las especies de pescado que se utilizan. Para la incorporación de antioxidantes deben existir controles automáticos, junto con señales de alarma y otros aparatos para prevenir al personal de la fábrica en el caso de que falle algo, con objeto de evitar que se "ensaque" la harina que no haya sido adecuadamente tratada (López C, 2012)

La harina proveniente del molino es enfriada y transportado hacia la zona de ensaque en donde se ubica la tolva mezcladora de antioxidante, luego por medio de un dosificador se adiciona el compuesto químico a una concentración que generalmente alcanza las 600 ppm y posteriormente es transportada para su envasado.

Asimismo, a la salida de la tolva mezcladora de antioxidante se ubica un imán permanente.

El antioxidante utilizado para inhibir la oxidación de la parte grasa tiene como elemento activo la etoxiquina marca Monsanto. (Castillo, F 2009).

2.2.3.13. Ensacado

La harina de pescado tratado con antioxidante es recepcionada a una temperatura de 35-40 °C para ser transportada por medio de un transportador helicoidal hacia la balanza electrónica regulada a 50 kg la cual es colocada en un saco blanco laminado de polipropileno y cerrado con máquina de coser de cabezal fijo o de mano según sea el caso. El pesaje es realizado automáticamente y se encuentra en una zona cerrada para evitar la contaminación, cada saco contiene 50 Kg con una diferencia de +/- 0.2 Kg por saco. (Castillo, F. 2009)

En esta etapa es muy importante la participación del Laboratorio de Control de Calidad, ya que extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis de proteína, grasa, humedad, TVN y otros que permiten caracterizar y clasificar la harina de acuerdo a las calidades definidas. (www.agustiner.com/Medio-Ambiente/Politica-ambiental).

2.2.3.14. Almacenamiento.

La harina envasada sale de la zona de ensaque, por medio de una faja transportadora inclinada hacia los camiones, estos son arrumados en la plataforma de los camiones y trasladada hacia la balanza para su control de peso.

Finalmente, la harina pesada es almacenada en las pampas de almacenamiento, formando lotes de 1000 sacos denominados "rumas", la cual están ubicadas en zona pavimentada, ventilado, limpio, desinfectado y restringido, cubiertos las rumas con protector para el sol y aves.

Cada ruma es identificada de acuerdo a su calidad, fecha de producción, cantidad de sacos y número de ruma. Las rumas están cubiertas por mantas de polipropileno laminado para protegerlas del medio ambiente y en la parte inferior llevan una manta de polietileno.

Es conveniente que el campo de almacenamiento sea enlosado, de no ser así hay que hacer un tratamiento al suelo a base de cal y sobre ella se colocar esteras (www.agustiner.com/Medio-Ambiente/Politica-ambiental1)

2.3.Productos de la Industria Pesquera de la Anchoveta

2.3.1. Harina de Pescado

La harina de pescado se produce de la captura de peces para los cuales existe poca o ninguna demanda para el consumo humano y también de desechos de pescado generados durante el procesamiento de pescado para la alimentación humana. Los peces enteros son principalmente pequeños, oleaginosos y huesudos y en gran parte no comestibles, por ejemplo, la anchoveta, el jurel, el capelán y el lanzón. Estos peces almacenan aceite en su carne. Entre el 10% y 15% de la harina de pescado del mundo es producida de desechos. Esto se produce a partir de cualquier pescado blanco que sea bajo en aceite (la mayor parte del aceite está en el hígado que se utiliza para la producción de aceite, por ejemplo, el hígado de bacalao) o de los desechos de peces oleaginosos tales como el arenque, la caballa, la anchoveta etc.

La harina de pescado es normalmente un polvo o harina marrón compuesto normalmente por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa y entre 10% y 20% de ceniza. Los productores proveen detalles del tipo de materia prima utilizada y del contenido típico de nutrientes. Prácticamente toda la

harina de pescado se utiliza como ingrediente de alto valor proteico en la alimentación de animales terrestres de crianza y para peces de criadero. Estas harinas suponen una buena fuente de energía en la alimentación de aves, cerdos, vacas, ovejas y en la piscicultura.

Tabla 2.1. Parámetros y principales calidades de la Harina de pescado

Parámetros			Calidad					
			Premium	Super Prime	Prime	Taiwán	Thailand	Standard
Proteína	%	mín.	70	68	67	67	67	65/64
Grasa	%	máx	10	10	10	10	10	10
FFA	%	máx	10	10	10	10	10	10
Cenizas sin sal	%	máx	7	7.5	10	10	10	12
Arena y sal	%	máx	4	4	5	5	5	5
TVN	mg / 100 gr	máx	85	100	120	120	150	–
Histamina	ppm	máx	100	500	1000	–	–	–
Antioxidante (en el embarque)	ppm	mín.	150	150	150	150	150	150

Fuente: Sociedad Nacional de Pesquería

La harina de pescado está compuesta, en promedio, por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, y un máximo de humedad del 9%, lo que le otorga estabilidad y permite almacenarla y manipularla por un tiempo prolongado, de acuerdo con la Organización Mundial de Ingredientes Marinos (IFFO). Este ingrediente marino tiene entre sus beneficios la fácil digestibilidad de sus proteínas para los organismos que lo consumen, además de ser rica en ácidos grasos poliinsaturados esenciales, como el Omega 3, EPA y DHA.

El principal uso de la harina de pescado es la formulación de alimentos balanceados para el desarrollo de actividades, como acuicultura (la principal), avicultura, ganadería, entre otros. De este

modo, los nutrientes de la anchoveta son aprovechados por los consumidores, a través del consumo de otras carnes que han sido alimentadas con estos ingredientes.

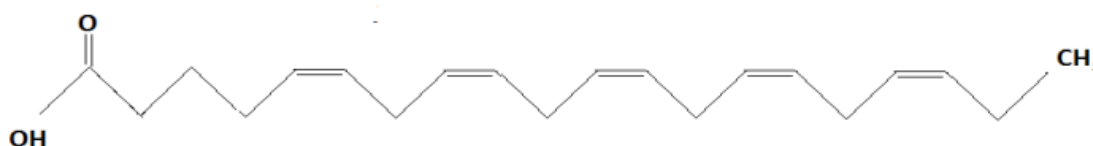
La harina de pescado compite con otros concentrados de proteína animal y vegetal como las harinas de la industria cárnica y la producción de soya. Sin embargo, estas últimas no ofrecen los amplios beneficios del ingrediente marino en cuestión. Actualmente, el Perú es el primer productor mundial de harina de pescado, seguido de Tailandia, China, Chile y Estados Unidos, según el último Anuario Estadístico de IFFO.

La Sociedad Nacional de Pesquería agrupa a las principales empresas productoras de este ingrediente marino, las que representan el 75% de la producción nacional. Del 2008 a la fecha, nuestras empresas asociadas han invertido importantes sumas de dinero para la mejora de la calidad de la harina de pescado, principalmente en la refrigeración de embarcaciones y el proceso de secado.

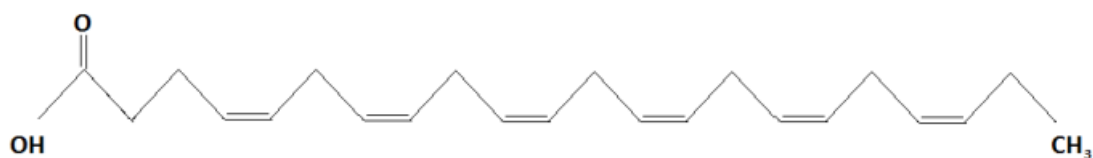
2.3.2. Aceite de Pescado

El Perú es el primer productor mundial de aceite de pescado con Omega 3. Se trata de un ingrediente marino extraído a partir de los tejidos de algunas especies de peces. Los pescados que son especialmente ricos en aceites beneficiosos para el ser humano son los pelágicos, comúnmente llamados peces azules.

Figura 2.7. Estructura de los ácidos grasos polinsaturados



Ácido eicosapentaenoico EPA (C 20: 5n-3)



Ácido docosahexaenoico DHA (C 22: 6n-3)

Fuente: Elaboración propia

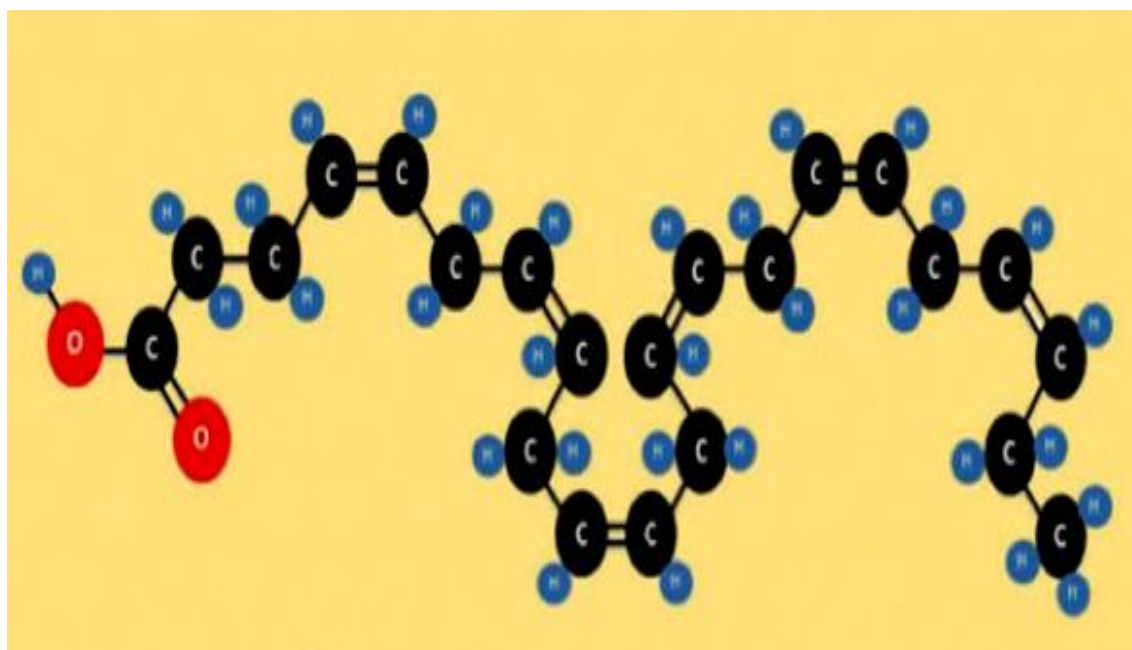
El aceite de pescado se compone de muchos ácidos grasos, pero resaltan dos en el perfil lipídico de estos: el ácido eicosapentaenoico o ácido icosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA).

Ambos son ácidos grasos poliinsaturados de la serie Omega 3, que son esenciales, debido a que nuestro organismo no puede producirlos y, por lo tanto, requiere obtenerlos de una fuente externa.

El aceite de pescado es un súper alimento y es uno de los suplementos dietéticos más consumidos y recomendados a nivel mundial por su gran contenido de ácidos grasos saludables omega 3. Además, es beneficioso para el funcionamiento adecuado de la circulación, el sistema cardiaco y el cerebral. Este súper alimento es rico en vitaminas A, D y retinol, además se suman propiedades benéficas para los huesos y para la estimulación natural de las defensas orgánicas.

El EPA y el DHA permiten, tanto a humanos como animales, formar los aminoácidos y proteínas que requieren en los procesos metabólicos regenerativos y funcionales de su organismo.

Figura 2.8. Estructura de los ácidos grasos poliinsaturados de la serie Omega 3



Fuente: [https://www.google.com/estructura del ácido docosahexaenoico](https://www.google.com/estructura%20del%20ácido%20docosahexaenoico)

Por ello es necesario ingerir pescado de forma directa o tomando suplementos (aceites refinados) para aprovechar estos componentes

De acuerdo con la FAO, para la obtención del aceite crudo de pescado el pez debe pasar primero por una acción mecánica de filtrado y centrifugado, donde se separan los restos sólidos, el agua y el aceite. Los procesos utilizados para obtener aceite de pescado para el consumo humano pueden comprender procesos adicionales de refinación y purificación, los que incluyen varias etapas tales como

calentamiento repetitivo a temperaturas altas, así como tratamientos álcali/ ácidos y eliminación repetitiva de la fase acuosa. Los aceites de pescado pueden también ser sometidos a etapas de proceso como por ejemplo la extracción de disolventes, saponificación, reesterificación y transesterificación.

El aceite de pescado es una importante fuente de ácidos grasos esenciales como el omega 3, que mejora la salud cardiovascular y cognitiva. Repasamos sus principales características y propiedades. La composición del aceite de pescado confiere importantes beneficios a la salud humana. Este suplemento alimentario se ha posicionado como uno de los más completos y saludables, no solo por sus propiedades nutricionales, sino por su capacidad para prevenir y tratar varios tipos de enfermedades.

A diferencia de otras fuentes de grasa animal, el aceite de pescado destaca por su alta concentración de ácidos grasos omega 3, un nutriente que protege de enfermedades coronarias e inflamatorias. Además, cuenta con otros componentes funcionales que, una vez asimilados, interfieren en distintas funciones vitales.

Figura 2.9. Procesamiento del aceite de pescado



Fuente: Empresa Produmar Paita

El aceite de pescado está compuesto principalmente por triglicéridos y pequeñas cantidades de fosfolípidos, entre los cuales destacan la lecitina. Los triglicéridos, a su vez, cuentan con ácidos grasos, en particular los llamados omegas 3. De sus características principales cabe mencionar que son poliinsaturados y están formados por cadenas largas de ácidos grasos. Su contenido de omega 3 va de un 30% al 40% dependiendo de la especie utilizada para su obtención. Hay que destacar que, de igual forma, en la composición del aceite de pescado hay colesterol, unos 600 mg por cada 100 gramos. Además, aporta vitaminas A, B y D, ácidos grasos omega 6 y minerales esenciales como el calcio y el hierro.

Las lectinas son proteínas capaces de unir moléculas de azúcar y son ubicuas en organismos vivos. El término lectina, propuesto por Boy y Sharpleigh en 1954, deriva del latín legere (seleccionado, escogido) y se refiere a la capacidad de unión selectiva de azúcares particulares. Este término fue generalizado desde 1972 para todas aquellas proteínas ligadoras de azúcares y aglutinadoras de células que no poseen un origen inmune y son encontradas en animales, vegetales y microorganismos (Sharon y Lis, 1989). Las semillas de leguminosas son particularmente fuentes ricas de lecitinas (Werner Mendosa 2007).

2.4.Organismos Gubernamentales Supervisores de la Industria Pesquera

2.4.1. El Instituto del Mar del Perú – IMARPE

Es un Organismo Técnico Especializado del Ministerio de la Producción, orientado a la investigación científica, así como al estudio y conocimiento del mar peruano y sus recursos, para asesorar al Estado en la toma de decisiones respecto al uso racional de los recursos pesqueros y la conservación del ambiente marino, contribuyendo activamente con el desarrollo del país.

Debido a la gran riqueza de nuestro mar peruano y su ecosistema, el IMARPE cuenta con cinco Direcciones Generales que contemplan diferentes líneas de investigación:

- Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos
- Dirección General de Investigaciones de Recursos Demersales y Litorales
- Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático

- Dirección General de Investigaciones en Acuicultura
- Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca

La investigación del IMARPE abarca el conocimiento del mar y su dinámica mediante el estudio de los procesos oceanográfico físicos, químicos y biológicos con un enfoque ecosistémico.

Bajo este enfoque se investiga la relación entre los recursos pesqueros, el ambiente y la actividad pesquera, brindando asesoramiento en el manejo de los recursos y el entorno marino, respetando y promoviendo los conceptos de desarrollo sustentable, conservación de la biodiversidad marina, protección del medio ambiente y pesca responsable.

Figura 2.10. Ubicación geográfica de los laboratorios de IMARPE



Fuente: IMARPE

El IMARPE cuenta con laboratorios costeros ubicados estratégicamente en el litoral dónde se efectúan trabajos de seguimiento de las pesquerías y de los principales recursos de importancia económica y social, como son las pesquerías pelágicas (anchoveta, sardina, jurel, caballa, atún y otras), pesquerías demersales (merluza y otras) e invertebrados marinos (pota, concha de abanico, chanque, almeja, macha y otros).

Para desarrollar oportunamente las investigaciones en el mar peruano y su biodiversidad, el IMARPE cuenta con tres buques de investigación científica a gran escala: el BIC Humboldt, el BIC José Olaya Balandra y el BIC Luis Alberto Flores Portugal; tres embarcaciones de investigación científica de menor escala: IMARPE IV, IMARPE V e IMARPE VI, de multipropósito para trabajo costero. Además, dispone de embarcaciones menores asignadas para apoyar en las labores de investigación a los laboratorios descentralizados del IMARPE.

Figura 2.11. BIC Humboldt



Fuente: IMARPE

Finalmente, el IMARPE preside el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" ENFEN, sumándose a un esfuerzo conjunto de investigación con otras instituciones nacionales para investigar el Fenómeno "El Niño", así como otros factores de variabilidad propios del mar peruano.

2.4.1.1.DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS PELÁGICOS (DGIRP)

El desarrollo de las investigaciones de los recursos pelágicos orientadas a cuantificar los stocks y sus fluctuaciones espacio temporales en función del ambiente y la pesquería son los objetivos básicos de la Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos. Ello contribuye a determinar los niveles de extracción sustentables para recomendar las medidas de manejo para la sostenibilidad de estos recursos. Asimismo, la dirección realiza investigaciones sobre recursos transzonales y altamente migratorios; así como sobre la biología, ecología y tamaño poblacional de las aves, mamíferos y tortugas marinas, en concordancia con los acuerdos internacionales.

Nuestros estudios se basan en el análisis de la condición reproductiva y su relación con el ecosistema (ambiente) marino de los principales recursos hidrobiológicos del mar peruano a nivel regional, utilizando índices reproductivos tales como: Fracción desovante (FD), actividad reproductiva (AR) e índice gonadosomático (IGS) los que describen los períodos.

2.4.1.1.1. ÁREA FUNCIONAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS NERÍTICOS PELÁGICOS

El Área Funcional de Investigaciones de Recursos Neríticos Pelágicos (AFIRNP) es el responsable de realizar el monitoreo de los indicadores biológicos, pesqueros y poblacionales de los principales recursos pelágicos que sustentan la actividad pesquera industrial y sus variaciones en función a las condiciones del ambiente marino e intensidad de pesca. Este monitoreo constante permite una evaluación y diagnóstico permanente, orientado a asesorar al sector pesquero para su racional explotación y aprovechamiento, garantizando la seguridad alimentaria y fuentes de trabajo. Para el eficiente cumplimiento de sus objetivos cuenta con dos líneas de investigación:

➤ Seguimiento de la pesquería de anchoveta y otros recursos pelágicos.

Responsable de investigar los aspectos biológico-pesqueros de los principales recursos pelágicos, en base a muestreos biométricos, biológicos y colecta de información biológico-pesquera a lo largo del litoral peruano, a través de los diferentes Laboratorios Descentralizados del IMARPE, a fin de contar con información en tiempo real, que permite recomendar medidas de manejo y ordenación de la pesquería pelágica de manera eficiente y oportuna.

Esta línea de investigación se encarga de monitorear las variables biológico-pesqueras y poblacionales de los recursos pelágicos (anchoveta, anchoveta blanca, sardina, jurel, caballa, bonito, atunes y otros peces pelágicos), con énfasis en la distribución espacio-temporal de las capturas y el esfuerzo pesquero, crecimiento, alimentación, entre otros parámetros, que permitan la evaluación y diagnóstico permanente y oportuno del estado poblacional de los referidos recursos.

Este monitoreo integra datos de diferentes fuentes, tales como: muestreos biométricos y biológicos a bordo y el sistema de localización por satélite de los barcos pesqueros (SISESAT).

Las principales actividades de investigación del Seguimiento de la Pesquería Pelágica se detallan a continuación:

- Informes de Gestión sobre cumplimiento de medidas de conservación de los principales recursos pelágicos (vedas de reclutamiento, vedas por cumplimiento de cuotas de captura permisibles, etc.)
- Informes periódicos sobre el desarrollo de la Pesquería Pelágica en el litoral peruano.
- Reportes diarios del Seguimiento de la Pesquería Pelágica y Porcentaje de ejemplares juveniles.
- Notas Informativas quincenales de la Pesquería Pelágica a nivel nacional.
- Determinar las principales áreas de pesca y localización (a través del sistema de seguimiento satelital) de zonas de pesca de los principales recursos pelágicos.
- Determinar los niveles de captura y esfuerzo de los principales recursos pelágicos.
- Determinar la estructura por tamaños de los principales recursos pelágicos en las capturas comerciales.
- Muestreos biométricos diarios y biológicos semanales de anchoveta y otros peces pelágicos.
- Seguimiento de la actividad extractiva de buques atuneros menores de 363 T.M. Análisis de las capturas de la flota atunera y aspectos biológicos de atunes y especies afines en aguas del dominio marítimo peruano.

➤ **Laboratorio especializado de Biología Reproductiva.**

Responsable del seguimiento de los parámetros reproductivos, cuyos resultados permiten recomendar vedas reproductivas y la aplicación de métodos directos de evaluación de poblaciones, como el Método de Producción de Huevos para estimar la biomasa desovante (Biomasa de padres).

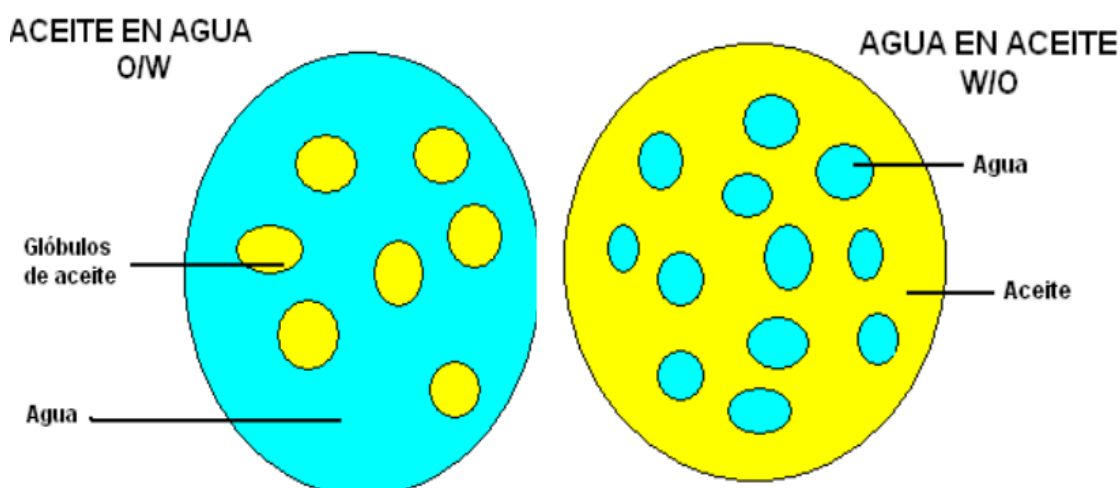
2.5. Emulsiones Aceite-Agua

2.5.1. Características Generales de las Emulsiones

Una emulsión consiste en dos líquidos inmiscibles (normalmente, agua y aceite), uno de los cuales se encuentra disperso en forma de pequeñas gotas esféricas en el otro. En la mayoría de los alimentos, los diámetros de las gotas suelen tener un orden entre 0,1 y 100 μm . (Dickinson E. , 1992)

Las emulsiones pueden ser convenientemente clasificadas de acuerdo con la distribución de las fases oleosa y acuosa. Un sistema en el que hay gotas de aceite dispersas en una fase acuosa se denomina emulsión aceite en agua o emulsión O/W (Oil in Water), como, por ejemplo, mayonesa, leche, crema, sopas o salsas. Un sistema que consiste en gotas de agua dispersas en una fase oleosa se conoce como emulsión agua en aceite o emulsión W/O (Water in Oil), como, por ejemplo, la margarina o la mantequilla. La sustancia que se encuentra en forma de gotas en la emulsión es lo que se conoce como fase dispersa o interna, mientras que la sustancia que conforma la fase en la que las gotas de esa fase interna se encuentran dispersas se denomina fase continua o externa. Además, existen emulsiones polifásicas o múltiples, llamadas así por contener la fase interna otra fase dispersa en ella (O/W/O ó W/O/W). (Dickinson E. &., 1982)

Figura 2.12. Diferentes tipos de emulsiones.



Fuente: Ramón José Baldallo Rivero

La concentración de las gotas en una emulsión se describe usualmente en términos de fracción en volumen de la fase dispersa (Φ). El proceso por el cual dos líquidos inmiscibles pasan a formar una

emulsión, o mediante el cual se reducen las gotas de una emulsión preexistente, se conoce como homogenización.

Es posible formar una emulsión por homogeneización de aceite y agua puros, pero las dos fases se separarán rápidamente, originando un sistema con dos capas, una superior de aceite (de menor densidad), y otra inferior de agua (de mayor densidad). Esto se debe a que las gotas tienden a la agregación cuando chocan entre sí, lo que conlleva a una completa separación de fases. La fuerza motora de ese proceso es el hecho de que el contacto entre las moléculas de aceite y agua es energéticamente desfavorable, por lo que las emulsiones son sistemas termodinámicamente inestables. (Israelachvili, 1992)

Sin embargo, es posible formar emulsiones cinéticamente estables (metaestables) durante un período de tiempo razonable (días, semanas, meses o años) mediante la inclusión de sustancias conocidas como emulsionantes y/o agentes espesantes antes de la homogeneización. Los emulsionantes son moléculas superficialmente activas que se adsorben en la superficie de gotas recién formadas durante la homogeneización, formando una membrana protectora que previene la agregación de las gotas. La mayoría de los emulsionantes son moléculas anfifílicas (es decir, tienen regiones polares y no polares en la misma molécula). (Walstra P. Y., 1997)

Los emulsionantes más comunes en la industria alimentaria son proteínas anfifílicas, tensioactivos de bajo peso molecular y fosfolípidos. Los agentes espesantes son ingredientes utilizados para aumentar la viscosidad de la fase continua de la emulsión, aumentando la estabilidad al retardar el movimiento de las gotas. Los agentes espesantes más habituales en la industria alimentaria son los polisacáridos. Un estabilizante es cualquier ingrediente que puede ser utilizado para aumentar la estabilidad de una emulsión y, por tanto, puede ser ya un emulsionante o un agente espesante.

Se puede considerar la formación de una emulsión como un proceso que consta de tres etapas:

1. División de la fase interna en gotas
2. Adsorción de las moléculas de la sustancia emulsionante en la superficie interfacial recién creada
3. División de las gotas en otras más pequeñas, acompañada, en parte, de recoalescencia.

La formación de una emulsión puede ocurrir de diversas formas. Generalmente, se consigue mediante la aplicación de energía mecánica. En primer lugar, la interfase debe ser deformada en una

extensión tal que permita la formación de las gotas. Estas gotas son por lo general demasiado grandes, por lo que deben ser rotas en otras más pequeñas. Los dos pasos críticos en la emulsificación son la ruptura de gotas y su coalescencia, ambas favorecidas por una intensa agitación mecánica. (Walstra P. Y., 1997)

2.5.2. Principios físicos de la emulsificación

El tamaño de las gotas producidas durante la emulsificación depende de un balance entre dos procesos físicos opuestos: ruptura y coalescencia de gotas. Durante el proceso de homogeneización, en las primeras etapas, se producen gotas de gran tamaño. Posteriormente, estas gotas se dividen en otras menores. La ruptura de las gotas está determinada por un balance entre fuerzas interfaciales, que tienden a mantener a todas las gotas unidas, y las fuerzas de ruptura generadas en el homogeneizador, que tienden a mantenerlas separadas. (Hunter, 1986)

Las gotas de una emulsión tienden a ser esféricas, debido a que esta forma minimiza el contacto, energéticamente desfavorable, entre las dos fases. Tanto cambiar la forma de las gotas, como dividir las en otras más pequeñas, incrementa esta área de contacto, por lo que requiere la aplicación de energía. La fuerza interfacial responsable de mantener la gota con una forma esférica se debe a la Presión de Laplace (ΔP_L), que actúa a través de la interfase, hacia el centro de la gota, de manera que existe mayor presión dentro de la gota que fuera de ella. Esta presión se define con la siguiente expresión:

$$\Delta P_L = \frac{4\gamma}{d}$$

donde γ es la tensión interfacial entre el aceite y el agua y d es el diámetro de la gota.

Para romper una gota durante la emulsificación, es necesario aplicar una fuerza externa que sea significativamente superior a la fuerza interfacial y que se prolongue el tiempo necesario para deformar y producir la ruptura. Las fuerzas de ruptura que actúan sobre una gota durante la emulsificación dependen de las condiciones de flujo durante el proceso y del tipo de homogeneizador usado. El perfil de flujo de una emulsión dentro de un homogeneizador es generalmente extremadamente complejo y, por lo tanto, difícil de modelizar matemáticamente. (Phipps, 1985)

Es por este motivo que no es fácil calcular con precisión las fuerzas de ruptura que una gota experimenta durante la emulsificación. Sin embargo, es posible efectuar una simplificación considerando condiciones de flujo simples similares a aquellas que se producen en el emulsificador. La susceptibilidad de las gotas de la emulsión a la ruptura se caracteriza por el número de Weber que corresponde al cociente entre las fuerzas de ruptura y las fuerzas interfaciales. Las gotas se rompen cuando el número de Weber excede un valor crítico (alrededor de la unidad) que depende de las características físicas de ambas fases. (Everett, 1988)

2.5.3. Variables influyentes en la emulsificación

Para analizar el efecto de las variables sobre la emulsificación se puede realizar un control sobre una serie de parámetros clave, que determinen las propiedades de las emulsiones; entre ellos, se consideran el tamaño y la distribución de tamaños de gota de la emulsión resultante y sus propiedades reológicas. (Stone, 1994) Las principales variables relacionadas con el proceso de emulsificación son:

a) Tipo y geometría del emulsificador.

Existen numerosos tipos de emulsificadores, cada uno más adecuado para una serie de aplicaciones y un rango de sistemas determinados, en función, principalmente de la viscosidad de ambas fases. El tipo de emulsificador empleado determina principalmente el tamaño y distribución de tamaños de gota de las emulsiones. Por otra parte, la geometría de las turbinas o agitadores, afecta a la eficiencia en la ruptura de las gotas de aceite durante la emulsificación (Walstra P. , Principles of emulsion formation, 1993).

b) Concentración y tipo de emulsionante.

La presencia de emulsionantes en el medio durante el proceso de emulsificación, favorece la ruptura de las gotas y conduce, generalmente, a un descenso del tamaño de gota de las emulsiones, ya que hace descender la tensión interfacial y previene la recoalescencia de las gotas. Estos fenómenos están determinados por las características y el tipo de emulsionante empleado (Karbstein & Schubert, 1995). La efectividad de un emulsionante en reducir el tamaño de gota, está determinada fundamentalmente por dos propiedades: su velocidad de adsorción en la interfase y la resistencia a la coalescencia de la capa interfacial que forma, que depende de sus propiedades estructurales y físico-químicas. Por otra

parte, el proceso de adsorción en la interfase consta de dos etapas: difusión en el medio continuo y adsorción. Cada una de estas etapas está gobernada por una cinética distinta. (Gopal, 1968)

c) Propiedades y composición de ambas fases.

La composición y las propiedades físico-químicas de las fases acuosa y oleosa influyen en el tamaño de gota obtenido durante la emulsificación. Modificaciones en el tipo de aceite o de fase acuosa alteran la relación de viscosidades entre las fases dispersa y continua, de la que depende el tamaño mínimo de gota que se puede alcanzar en condiciones estacionarias con unas condiciones dadas. Además, las propiedades reológicas de ambas fases juegan un papel decisivo en los mecanismos de flujo implicados durante la emulsificación, así como en la facilidad con que las gotas se rompen como consecuencia de una deformación aplicada por el emulsificador. Por otra parte, la tensión interfacial depende tanto del tipo de aceite, ya que éste puede contener diferentes tipos de impurezas superficialmente activas o diferente estructura molecular, como de la composición de la fase acuosa, que puede contener una amplia variedad de componentes, como minerales, ácidos, bases, azúcares, sales, burbujas de gas.

d) Fracción en volumen de fase dispersa:

Lógicamente, una gran fracción de fase dispersa necesita más energía para reducir el tamaño de gota, pero, aunque este parámetro ejerce cierta influencia en el proceso de emulsificación y en las propiedades de la emulsión formada, el parámetro que influye más significativamente en éstos es la relación entre la concentración de emulsionante y la fracción en volumen de fase dispersa.

e) Energía aplicada.

En general, un aumento de la energía aplicada al sistema, produce un descenso del tamaño de gota, asociado con un aumento de la viscosidad de la emulsión y de sus propiedades viscoelásticas, lo que se traduce en una mayor estabilidad. Sin embargo, existen ocasiones en que un incremento de la energía aplicada sobre un valor crítico, puede producir el efecto contrario, debido a un excesivo calentamiento o exposición del sistema a elevadas presiones. Este hecho es particularmente relevante en el caso de emulsiones estabilizadas por proteínas y por tensioactivos de bajo peso molecular que tienden a formar una estructura tipo gel en el medio continuo, en los que una agitación excesiva puede conducir a una destrucción de la estructura. Por otra parte, al incrementar excesivamente la energía de emulsificación,

se favorece en mayor grado el proceso de coalescencia que tiene lugar durante la emulsificación, simultáneamente a la ruptura de gotas (Franco y col., 1995b, 1998).

f) Temperatura de emulsificación.

La temperatura influye en el proceso de emulsificación de diferentes formas. En principio, el uso de elevadas temperaturas genera tamaños de gota menores al aumentar la solubilidad del emulsionante y provocar una reducción en la tensión interfacial, aunque también puede producir el efecto contrario, ya que puede favorecer la recoalescencia de gotas ya formadas, favorecida por una disminución de la viscosidad de ambas fases y un aumento de la movilidad de las gotas. Por otra parte, en el caso de emulsiones estabilizadas mediante proteínas, un aumento de la temperatura afecta a la hidrofobicidad de éstas, induciendo un cierto grado de desnaturalización, favoreciendo consecuentemente la formación de interacciones entre gotas y mejorando las propiedades reológicas de las emulsiones. (Halling, 1981)

g) Tiempo de emulsificación.

Un aumento de la duración de la emulsificación en operaciones discontinuas, o del número de recirculaciones, en operaciones continuas, provoca un descenso del tamaño de gota, así como de la polidispersión de la distribución, pero la velocidad con que esto ocurre desciende rápidamente. Esto es debido a que bajo unas determinadas condiciones de emulsificación, existe un cierto tamaño de gota que no puede reducirse, por lo que prolongar la emulsificación más tiempo, además de costoso, puede resultar ineficaz, ya que la película interfacial puede deteriorarse, provocando un descenso en la estabilidad de la emulsión recién formada. Además, un tiempo de emulsificación excesivo puede conducir a un calentamiento de la emulsión, provocando los efectos comentados en el anterior apartado. (Halling, 1981)

2.5.4. Estabilidad de emulsiones

El término “estabilidad de una emulsión” se refiere a la capacidad de una emulsión a resistir cambios en sus propiedades a lo largo del tiempo: cuanto más estable es una emulsión, menos cambian sus propiedades con el paso del tiempo. Una emulsión puede desestabilizarse a través de diferentes tipos de procesos físico-químicos. La desestabilización física resulta en una alteración en la distribución espacial o en la organización estructural de las moléculas, como el cremado, la floculación, la coalescencia, la inversión de fases o la maduración de Ostwald; mientras que la oxidación o la hidrólisis son ejemplos

comunes de desestabilización química. Para que una emulsión sea cinéticamente estable debe tener una energía de activación significativamente mayor que la energía térmica del sistema (kT).

Anteriormente se comentó que, si agua pura y aceite puro fueran agitados conjuntamente, una emulsión se formaría temporalmente, volviendo rápidamente a formarse dos fases separadas. Esto se debe a que la energía de activación entre el estado emulsionado y el estado no emulsionado es muy pequeña. Por lo que, para crear una emulsión cinéticamente estable durante un período de tiempo razonablemente largo, es necesaria la presencia de un emulsionante o un agente espesante que origine una energía de activación suficientemente grande para prevenir la desestabilización. Por tanto, el papel que juegan los emulsionantes y los espesantes en la estabilidad de una emulsión es de gran importancia.

Fuerzas que actúan en una emulsión, y que permiten mantener

a) **Movimiento Browniano.**

Este término hace referencia a un movimiento traslacional y rotacional caótico, provocado por la agitación térmica, inherente a las partículas. Conduce a una distribución al azar de las partículas y puede originar choques entre ellas, debido a los sucesivos acercamientos y alejamientos que desencadena.

b) **Fuerzas gravitacionales.**

Debido a la diferencia de densidad entre ambas fases y mediante la acción de fuerzas gravitacionales, se produce un movimiento ascendente de la fase de menor densidad, generándose un gradiente de concentración de esta fase a lo largo de la muestra, lo que provoca finalmente la ruptura de la emulsión mediante un proceso de desestabilización que se conoce como “cremado”.

c) **Fuerzas hidrodinámicas.**

Para que dos gotas vecinas se acerquen y se unan, deben superar la resistencia del fluido que las rodea, ya que éste debe excluirse del hueco entre las gotas, venciendo la fricción con la superficie de éstas, lo que hace que el coeficiente de difusión efectivo de las gotas por el medio continuo sea menor.

d) **Interacciones de van der Waals.**

Las interacciones intermoleculares de van der Waals tienen su origen en la atracción entre moléculas que han sido polarizadas electrónicamente o por orientación. Además de actuar entre moléculas individuales, éstas también puedan actuar entre cuerpos macroscópicos, que contengan un gran número de moléculas, tales como gotas de una emulsión.

e) Interacciones hidrofóbicas.

Las interacciones hidrofóbicas se manifiestan cuando la superficie de las gotas tiene un cierto grado de carácter no polar, ya sea porque no estén cubiertas totalmente por emulsionante o porque el emulsionante tenga algunas zonas no polares expuestas en la fase acuosa. Consecuentemente, debido a que la interacción entre sustancias no polares y el agua es termodinámicamente desfavorable, el sistema intenta minimizar esta área de contacto mediante la agregación de gotas.

f) Fuerzas electrostáticas interparticulares.

Las gotas de muchas emulsiones tienen superficies cargadas eléctricamente, debido a la adsorción de emulsionantes iónicos o que son susceptibles de ser ionizados (proteínas, polisacáridos o tensioactivos). Las partículas también pueden adquirir carga eléctrica por la adsorción en la interfase de pequeños iones o por fricción. Normalmente, todas las gotas están estabilizadas por el mismo tipo de emulsionante, por lo que tienen la misma carga eléctrica. Consecuentemente, las interacciones electrostáticas entre gotas son repulsivas, por lo que juegan un papel importante en la prevención del acercamiento de gotas y la desestabilización de las emulsiones. Helmholtz (1879) introdujo el concepto de doble capa eléctrica, suponiendo que la carga en las partículas de un coloide se debía a una distribución desigual de los iones en la interfase partícula-agua. Si la partícula posee carga, los iones de carga opuesta existentes en un medio polar se alinean paralelamente formando una doble capa de cargas.

g) Interacciones estéricas.

Las emulsiones pueden estabilizarse, además de mediante repulsiones electrostáticas entre las capas de emulsionante que rodean a las gotas, como se describe en el apartado anterior, mediante moléculas de emulsionante no cargadas superficialmente. Éste es el caso de emulsiones que contienen moléculas de naturaleza polimérica adsorbidas en la interfase, en las que las interacciones estéricas modifican la cinética de floculación. Muchos de los emulsionantes empleados en la industria alimentaria son de naturaleza polimérica: las proteínas son polímeros de aminoácidos, los polisacáridos son polímeros de azúcares, muchos emulsionantes no iónicos tienen grupos polares que son polímeros de oxietileno, por lo que las interacciones estéricas constituyen un mecanismo de estabilización de emulsiones muy común. La conformación de un emulsionante polimérico en la interfase depende del número, tipo y secuencia de monómeros en su cadena. En general, el emulsionante tiende a adoptar la conformación

interfacial que minimiza la energía libre del sistema, que, en la práctica, está dominada por efectos hidrofóbicos. De esta forma, las pequeñas moléculas de emulsionante se disponen de forma que las cadenas hidrocarbonadas se introducen en la fase orgánica, orientando los grupos hidrofílicos hacia la fase acuosa. Los polímeros flexibles forman segmentos situados paralelamente a la superficie interfacial y ciclos y colas perpendiculares a dicha superficie. Estas estructuras dotan a la gota de mayor estabilidad debido a que cuando las gotas se aproximan, la movilidad de las cadenas poliméricas se restringe, disminuyendo la entropía del sistema que tiende a oponerse mediante repulsión entre las gotas (Israelachvili, 1992). Las condiciones necesarias para que la estabilización estérica sea efectiva se pueden resumir en tres puntos:

- Recubrimiento total de la superficie de la partícula por el polímero. Si la concentración de polímero es insuficiente, un mismo polímero puede adsorberse a la superficie de dos gotas distintas, formando un puente que hace que las gotas floculen. Además, algunas de las regiones no polares quedarían expuestas a la fase acuosa, lo que conduciría a interacciones hidrofóbicas entre las gotas.
- El polímero debe estar adsorbida a la partícula, pero con una serie de fragmentos en el seno de la fase continua, de forma que se consiga un espesor de película importante.
- Los segmentos que sobresalen deben tener afinidad por la fase continua.

2.5.5. Estabilidad química y bioquímica de las emulsiones

Una de las formas más comunes de inestabilidad en los alimentos que contienen grasas es la oxidación lipídica. La oxidación de lípidos conlleva la aparición de olores desagradables (“off-flavors”) y productos de reacción potencialmente tóxicos. Se han desarrollado estrategias para retardar la oxidación de los lípidos como incorporar antioxidantes o como controlar las condiciones de almacenamiento. Existe también un creciente interés en la influencia de las reacciones bioquímicas en las propiedades de las emulsiones alimentarias. Muchos estudios se han llevado a cabo recientemente para determinar la influencia de ciertos enzimas en la estabilidad y propiedades físico-químicas de las emulsiones alimentarias. (Aguilera & Stanley, 1990)

2.5.6. Tamaños de partícula

Muchas de las propiedades más importantes de emulsiones vienen determinadas por el tamaño de las partículas que contienen.

Los distintos tamaños que se pueden encontrar en una emulsión no suelen ser uniformes, por lo que en todos los casos en los que existe una distribución estadística amplia la emulsión se denomina “polidispersa”, en contraposición a emulsiones “monodispersas” que son aquellas que tienen un tamaño uniforme de gota. Una emulsión estable se corresponde generalmente con una distribución de tamaños poco dispersa y con un máximo situado en diámetros pequeños. A medida que se desestabiliza la emulsión, ésta tiende a presentar una curva de distribución más dispersa y con el máximo localizado en diámetros mayores. Aunque las gotas de una emulsión suelen presentar formas algo irregulares, en general, se puede asumir que cuando la fracción de fase dispersa es inferior a 0,74, la geometría de las gotas es aproximadamente esférica; a partir de ese valor las gotas se distorsionan en forma de poliedros con caras parcialmente planas. En cualquier caso, puede aceptarse la geometría esférica si se emplean diámetros equivalentes como dimensión característica. De esta forma, el tamaño de una gota irregular puede definirse como el que tendría una esfera que tuviera la misma propiedad que dicha gota, como el área proyectada, el volumen, el área superficial, la velocidad de sedimentación (Williams & Janssen, 1997).

Las emulsiones constituidas por partículas pequeñas responden al esfuerzo de distintas formas. Así, gotas de aceite suspendidas en un fluido newtoniano como el agua, pueden interactuar para producir un comportamiento no newtoniano. La naturaleza de las interacciones entre gotas y, por tanto, el comportamiento reológico depende en gran medida de su tamaño. Las interacciones totales están gobernadas por el movimiento browniano e interacciones entre gotas. Entre 0.01-10 mm, las fuerzas brownianas son lo suficientemente débiles como para que los esfuerzos de cizalla moderados puedan alterar el estado de equilibrio isotrópico al superar las fuerzas brownianas. Por otra parte, las fuerzas entre gotas son lo suficientemente fuertes como para influir en la mayoría de propiedades de la emulsión. En el caso de partículas mayores, debido a la escasa superficie específica libre para interactuar, esto no ocurre (Bengoechea Ruiz, 2006).

La obtención de datos experimentales de tamaños de gota es una tarea compleja debido a los pequeños tamaños que se encuentran normalmente y a la baja estabilidad que presentan las emulsiones ante una manipulación severa. No obstante, nuevos avances en electrónica, informática y otros campos afines han conducido al desarrollo de técnicas experimentales que permiten determinar los tamaños y distribución de tamaños con bastante exactitud (Kalab & Miller, 1995).

En la actualidad los más empleados son:

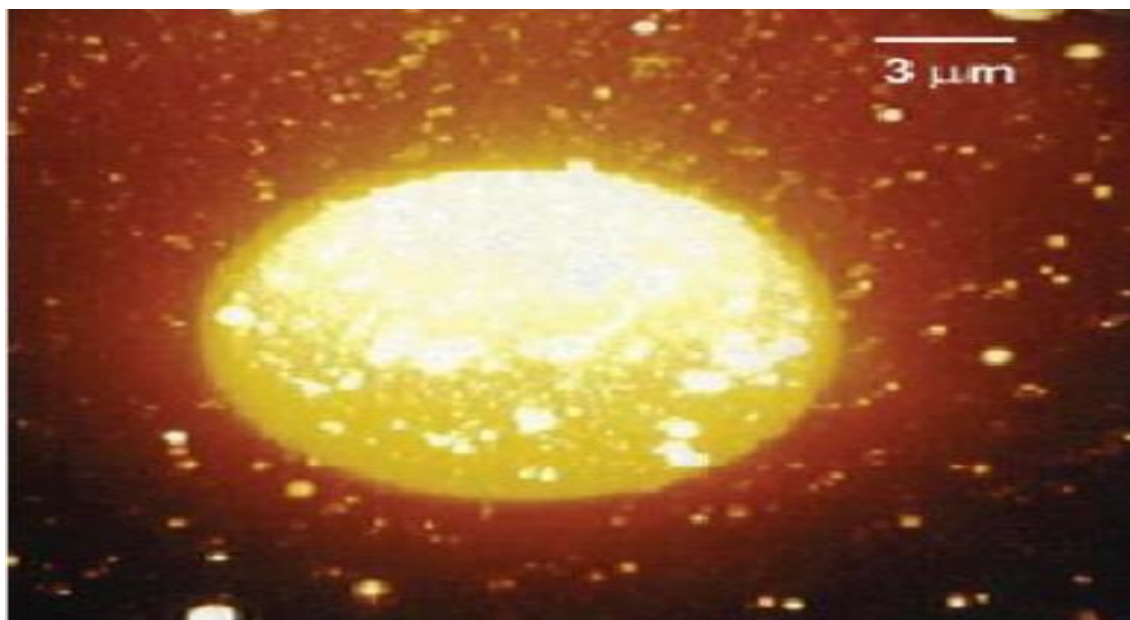
- a) Microscopía. El ojo humano no puede distinguir objetos menores de 100 μm , por lo que es necesario servirse de técnicas microscópicas para poder observar objetos pequeños. Existen diferentes técnicas que pueden proporcionar información sobre la estructura, dimensiones y organización de los componentes de las emulsiones alimentarias: microscopía óptica, microscopía de láser confocal (CSLM), microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de barrido (SEM)) y microscopía de fuerza atómica.
- b) Instrumentos que determinan cambios en la resistencia eléctrica. El número de partículas de un diámetro dado se determina suspendiendo la emulsión en un electrolito que la conduce a través de una apertura entre dos electrodos. La resistencia eléctrica entre éstos se modifica cuando la partícula atraviesa la apertura. Este cambio se convierte en una diferencia de potencial directamente proporcional al tamaño.
- c) Técnicas que basan su funcionamiento en el fenómeno de la dispersión de la luz láser. En éstos la muestra a analizar se dispersa previamente en un medio transparente a la longitud de onda del haz de luz analizador y se coloca entre éste y unas lentes receptoras. Al incidir la luz sobre las gotas es dispersada en un rango continuo de ángulos que se relacionan con los diámetros de gota. Esta técnica es adecuada para determinar tamaños de gotas comprendidos entre 0,1 y 1000 μm , por lo que permite caracterizar las gotas de la mayoría de las emulsiones.
- d) Otras técnicas menos usuales, son las turbidimétricas, que realizan medidas en términos de áreas proyectadas, las técnicas que se basan en medidas de transmisión de rayos X, de difracción de luz láser, de sedimentación. (Israelachvili, 1992)

2.6. Mecanismos de desestabilización de emulsiones

2.6.1. Separación Gravitacional

En general, las gotas de una emulsión tienen diferente densidad que el líquido que actúa como fase continua, por lo que existe una fuerza gravitacional neta sobre las mismas. Si las gotas tienen menor densidad que la fase continua, tendrán tendencia a ascender. Este proceso, conocido como cremado, ocurre en las emulsiones O/W. De forma contraria, si las gotas tienen mayor densidad que la fase continua, tienden a descender, conociéndose el proceso como sedimentación. Éste es el caso de las emulsiones W/O. Normalmente la separación gravitacional se considera con un efecto adverso sobre la calidad de las emulsiones alimentarias, puesto que influye sobre la opacidad o la textura de las mismas. La velocidad a la que una partícula se eleva o desciende a lo largo de un líquido está determinada por el balance de fuerzas que actúan sobre ésta. Existen diferentes métodos para controlar la separación gravitacional: minimizar la diferencia de densidades, reducir el tamaño de gota, modificar la reología de la fase continua, aumentar la concentración de gotas o alterar el grado de floculación. (Bengoechea Ruiz, 2006)

Figura 2.13. Desestabilización de una emulsión por fuerza gravitacional



Fuente: Edwin guerrero

2.6.2. Floculación

La floculación es el proceso por el cual dos o más gotas se unen para formar un agregado, en el que las gotas retienen su integridad individual. La floculación produce un aumento en la viscosidad de la emulsión y puede incluso conducir a la formación de un gel. Existen varios mecanismos que pueden provocar el encuentro de dos partículas: el movimiento browniano, la separación gravitacional (puesto que las gotas grandes se encuentran a las pequeñas, con menor velocidad de ascensión, durante el proceso de cremado) y esfuerzos de cizalla que se producen durante el flujo de la emulsión durante su procesado o su transporte.

La floculación de gotas puede afectar a la estabilidad de una emulsión de diferentes formas. En una emulsión diluida, la floculación conduce generalmente a un aumento del cremado, ya que los flóculos grandes se mueven más rápidamente bajo la influencia de la gravedad, que gotas dispersas individuales. En una emulsión concentrada, se puede producir una floculación extensiva de gotas, formando una red particular tipo gel débil, que puede eliminar el cremado por completo. Sin embargo, en este caso, es posible que se produzca el proceso de sinéresis, que en algunos productos alimentarios es incluso más indeseable que el cremado normal por gravedad. A concentraciones intermedias, son posibles ambas situaciones, dependiendo de la naturaleza de las interacciones entre las gotas.

La floculación se puede inducir de diferentes formas (Dickinson E. , 1992):

- a) En el caso de emulsiones estabilizadas mediante proteínas, ajustando el pH hasta su punto isoeléctrico, lo que disminuye la carga superficial neta y reduce la repulsión electrostática entre las gotas
- b) Añadiendo exceso de electrolito, con el objeto de apantallar las repulsiones electrostáticas
- c) En emulsiones estabilizadas por proteínas, reduciendo la afinidad de la proteína adsorbida por el medio continuo añadiendo, por ejemplo, alcohol, lo que convierte la repulsión estérica en atracción estérica
- d) Mediante moléculas de polímeros con actividad superficial, que se adsorben en la interfase y favorecen la floculación por puentes entre dos o más gotas. Puede tratarse del mismo emulsionante o de otra sustancia añadida. Estas moléculas pueden adsorberse, tanto directamente a las superficies libres de las gotas, cuando la cantidad de emulsionante es, como a las moléculas de emulsionantes

adsorbidas que forman la película interfacial, cuando éste se encuentra en exceso. El resultado es una emulsión altamente estructurada tipo gel, con un comportamiento reológico con un marcado carácter elástico y una elevada viscosidad

- e) En el caso de emulsiones estabilizadas por proteínas, este fenómeno se puede reforzar favoreciendo la desnaturalización de la proteína, por calentamiento (desnaturalización térmica) o mediante hidrólisis.

Figura 2.14. Desestabilización de una emulsión por un alcohol

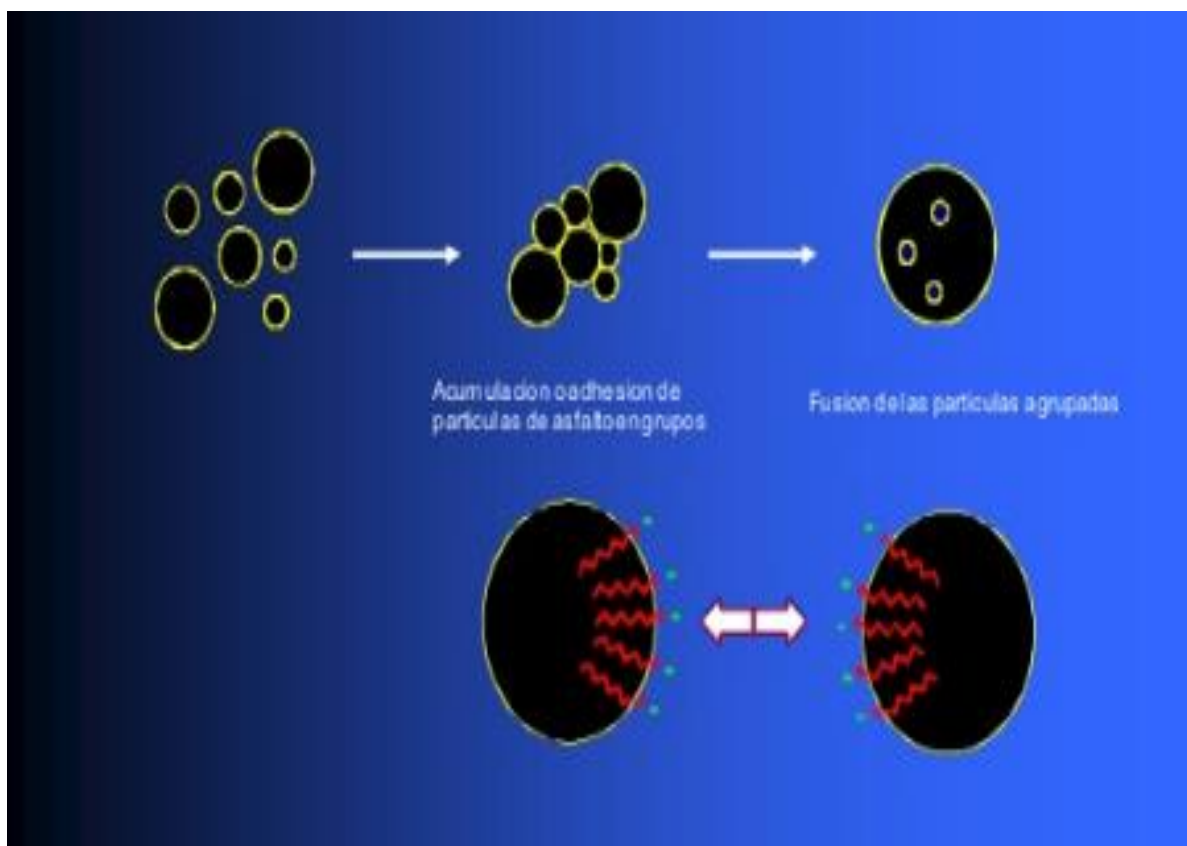


Fuente: Hardware de la cosmética

2.6.3. Coalescencia

La coalescencia es el proceso irreversible por el cual dos o más gotas de líquido se unen entre sí para formar una única gota de mayor tamaño. Es el principal mecanismo por el que una emulsión se mueve hacia su estado más estable termodinámicamente, porque lleva consigo una disminución del área de contacto entre las fases acuosa y oleosa. La coalescencia hace que las gotas de una emulsión sufran cremado o sedimentación más rápidamente al aumentar su tamaño. En emulsiones O/W, la coalescencia conduce a la formación de una capa oleosa en la parte superior de la emulsión (oiling off). En las emulsiones W/O, conduce a la acumulación de agua al fondo del material.

Figura 2.15. Floculación y coalescencia de una emulsión



Fuente: Akso Nobel

Existen dos etapas relacionadas con la coalescencia de un par de gotas: drenado de la fase continua de la delgada película de líquido que se encuentra entre las gotas hasta que ésta alcanza un espesor crítico, seguido de una ruptura de la capa interfacial debido a alguna fluctuación o perturbación local. Una vez que se ha formado un hueco en la interfase, el líquido del interior de la gota fluye rápidamente

a través del hueco, y las gotas se unen formando una sola gota de mayor tamaño. La velocidad de coalescencia depende, por tanto, de la probabilidad de que se produzcan dichos huecos. Esto puede ocurrir de diferentes formas, dependiendo del tipo de emulsionante utilizado y de las condiciones del medio. Por ejemplo, se pueden distorsionar espontáneamente monocapas de emulsionante debido a fluctuaciones térmicas, o se puede producir la ruptura química del emulsionante (por ejemplo, por hidrólisis química o enzimática de proteínas) o el desplazamiento del emulsionante de la superficie interfacial, por otro más activo superficialmente, pero menos resistente a la ruptura. El mecanismo que cobra más relevancia en cada caso depende de las condiciones de pH, fuerza iónica, interacciones entre los componentes, temperatura, agitación mecánica. (Aguilera & Stanley, 1990)

La coalescencia sólo puede ocurrir cuando las gotas están en íntimo contacto, por lo que dependerá de las fuerzas de corto alcance mucho más que la separación gravitacional o la floculación.

En emulsiones estabilizadas por proteínas, la coalescencia puede producirse por colisión de las gotas, por contacto prolongado entre las mismas o por la formación de un “agujero” en la membrana interfacial.

Capítulo III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Pruebas de Laboratorio

Definitivamente, el mejor método para seleccionar un agente desémulsificante, involucra la adición de diferentes compuestos químicos a varias muestras de la emulsión formada y observar los resultados. Este método experimental se conoce generalmente como pruebas de laboratorio. No son pruebas cien por ciento exactas, pero son pruebas muy prácticas y que, efectuadas con suficiente cuidado, puede dar excelentes respuestas y datos muy confiables.

A fin de efectuar una buena selección del agente desémulsificante, se requiere también un buen conocimiento de las operaciones de tratamiento, su función en el proceso y los requerimientos del agente desémulsificante. Si hay poca agitación disponible, se requiere un compuesto químico que actúe rápido. Si se dispone de una fuente de calor para el proceso, el agente desémulsificante debe trabajar en el intervalo de temperaturas en el que se realiza el tratamiento.

Figura 3.1. Pruebas de decantación en el laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Debemos recordar que esta son unas pruebas comparativas. El objetivo de estas pruebas es seleccionar el mejor comportamiento de algunos compuestos orgánicos propuestos como agentes desemulsificantes probados bajo condiciones cuidadosamente establecidas y controladas. Las pruebas de laboratorio no nos permiten determinar con exactitud la dosis de aplicación a la emulsión durante su tratamiento en la planta de proceso, pero si me dan un rango de dosificación para el sistema de operación propuesto.

Las pruebas de laboratorio son usadas para ayudar a determinar el compuesto orgánico que puede ser más efectivo para romper la emulsión de aceite en agua de un cierto lote de producción. Los resultados de una prueba de laboratorio indican la relación requerida de componentes de tratamiento para la emulsión, esto es, la pequeña cantidad del compuesto químico orgánico necesitado para romper satisfactoriamente el volumen de emulsión que se debe tratar.

Las pruebas de laboratorio ayudan a los ingenieros de operaciones, quienes usan esto como una vía de estudio del comportamiento de varias emulsiones y el químico usado para tratarlo.

Tres reglas básicas para ejecutar las pruebas de laboratorio y que nos brindarán la garantía de obtener unos resultados confiables:

- La muestra usada en una prueba de laboratorio debe ser representativa de la emulsión a ser tratada.
- La muestra debe ser tan fresca como sea posible, porque el rápido envejecimiento de algunas emulsiones, afecta marcadamente la susceptibilidad del tratamiento.
- Las condiciones de operación, como la agitación y el calentamiento al que está sometida la emulsión en el campo, deben ser simuladas tan cercanamente a la realidad como nos sea posible.

El diseño detallado y la ejecución correcta de las pruebas de laboratorio, producirán la obtención de resultados confiables, estos son esenciales para tener un detallado conocimiento del sistema de tratamiento que se propone. Los factores importantes son:

- Los tipos de unidades de proceso en las que se lleva a cabo el tratamiento de la emulsión, como el tanque de retención, el tanque de calentamiento, y la centrífuga.
- El tiempo de retención o residencia promedio en cada una de las unidades de proceso del sistema para el tratamiento de emulsiones y la separación de las fases aceite y agua.
- Las temperaturas en cada unidad de proceso deben ser tomadas en cuenta. Cuando se observa una marcada fluctuación en la temperatura, las pruebas de laboratorio deben ser ejecutadas a la temperatura más baja para asegurar la selección correcta del agente desemulsificante.
- El tipo y cantidad de agitación disponible, si es que la hubiera, en cada unidad de proceso del sistema de producción.

El procedimiento seguido durante las pruebas de laboratorio es bastante simple y directo. La muestra de una emulsión no tratada es vertida dentro de tubos de ensayo de 25 mL y colocadas en Baño María a las temperaturas de operación del sistema de producción. Diferentes compuestos químicos propuestos como agentes desemulsificantes son adicionados a cada tubo de ensayo y estos son agitados y se dejan asentar. Al final del tiempo de asentamiento, los tubos de ensayo son examinados para observar el volumen de agua decantada y luego por centrifugación el porcentaje de agua y aceite. La calidad de la interfase aceite-agua es un indicativo de la calidad y cantidad de agua a ser drenada en los tanques. Algunas variaciones tomadas en cuenta en la ejecución de las pruebas de laboratorio incluyen la cantidad y tipo de agitación, tiempo de asentamiento, nivel de temperatura y efecto de adición de agua.

3.2. Parámetros de la prueba

Únicamente mediante una prueba de laboratorio cuidadosamente diseñada y ejecutada, puede un compuesto químico, en este caso un alcohol, ser seleccionado para una aplicación específica. La prueba debe estar de acuerdo con la realidad, y debe ser confiable y reproducible. Esto no es una prueba universal ni estándar, lo mismo que no hay agente desemulsificante universal. Por lo tanto, las pruebas de laboratorio requieren de una flexible y versátil aproximación. De este modo, cada paso requiere planeamiento y conocimiento de las variables de operación del sistema de producción.

Cuando se ha logrado un entendimiento completo de las operaciones de los equipos en la línea de producción, y las pruebas han simulado correctamente esas operaciones, entonces es posible seleccionar un agente desemulsificante, de entre los compuestos químicos propuestos, con resultados reproducibles. El modelo general para diseñar las pruebas de laboratorio es como sigue:

3.2.1. Establecer Objetivos

Se necesita hacer una lista completa de las preguntas concretas a las que debe dar respuesta estas pruebas, con ellas podremos determinar claramente los objetivos de las pruebas de laboratorio. Normalmente ellos son:

Optimizar o reemplazar un determinado equipo o equipos o condiciones del sistema de recuperación de aceite, o diseñar un nuevo sistema de tratamiento. El último objetivo es donde todos los cuidados deben ser tomados para determinar bien sea, si el sistema de tratamiento previo de la materia prima está fallando o si bien, el problema existe en el sistema de recuperación de aceite. Si el sistema de tratamiento previo de la materia prima, como los cocedores, el pre-Streiner, o la presa está operando incorrectamente, un cambio en el sistema de separación del aceite de pescado (si es que fueron bien ejecutadas las pruebas de laboratorio y analizados correctamente los resultados) no resultará en la solución del problema de investigación. Para tener un buen punto de partida, se necesitará conocer concienzudamente que está pasando en los sistemas de producción, tanto en los sistemas de tratamiento previo, así como en el sistema de recuperación de aceite, y que se requerirá para resolver nuestro problema de investigación.

3.2.2. Análisis del sistema

Se utilizan los resultados de las evaluaciones químicas que se dan en cada etapa del proceso productivo. Estas evaluaciones deberán ser tratadas en forma estadística para posteriormente, aplicando en principio de conservación de la materia, determinar el rendimiento teórico y compararlo con el práctico a fin de obtener un valor índice comparativo de dichos equipos o unidades de proceso, y plantear además un manual para analizar los datos que se obtienen del proceso productivo.

El análisis del sistema plantea los siguientes objetivos:

- La determinación de la composición química en todas las corrientes de proceso involucradas en el sistema de tratamiento de las emulsiones.
- Planteamiento de un balance de materia en el proceso de recuperación.
- El estudio de los rendimientos del sistema de producción instalado, para luego poder compararlos con los rendimientos teóricos del sistema de producción propuesto.

En conjunto con los objetivos determinados, se debe establecer con precisión que está pasando en un sistema. Esto es importante para conocer la cantidad de materia que ingresa a cada uno de los equipos del sistema de producción.

- Evaluar el diagrama de flujo del sistema, lo cual permitirá seleccionar el punto óptimo para tomar la(s) muestra(s).
- Evaluar las unidades de proceso involucradas para observar el desarrollo presente de cada operación individual.
- Obtener y observar una muestra de la producción en la centrifuga para determinar el contenido de agua y aceite. Si la muestra obtenida, y por consiguiente el lote de producción, no ha sido correctamente tratada, la emulsión puede ser notada.
- Evaluar el tiempo promedio de residencia de la emulsión en cada unidad del proceso de recuperación de aceite.

Pero por encima de las otras, además de la cantidad de la producción obtenida, es importante evaluar la calidad de dicha producción, y las temperaturas de tratamiento, aspectos que permitirán que unos resultados confiables pueden ser determinados al ejecutar unas pruebas de laboratorio correctamente diseñadas.

3.2.3. Diseño de las pruebas de laboratorio

Una vez que las condiciones existentes en la línea de producción son determinadas, las pruebas de laboratorio pueden ser diseñadas para acercarnos a un correcto replicado del sistema

3.3. Criterios importantes en las pruebas de laboratorio

3.3.1. Lista de chequeo para una evaluación de sistema

- Volumen de emulsión a tratar
- Producción de aceite
- Producción de agua
- Tipo de producción (continua, intermitente, semicontinua)
- Método de producción de aceite
- Presencia o ausencia de sólidos

3.3.2. Calor

Se debe verificar la temperatura usada para el asentamiento en las pruebas de laboratorio es la misma que es aplicada en el sistema de producción de la planta de proceso. Después de la agitación inicial preestablecida, los tubos de ensayo se colocan en un Baño de María a la temperatura requerida o se deja en reposo a temperatura ambiente, si fuera el caso.

3.3.3. Tiempo de decantación

Lo extenso del tiempo de decantación o asentamiento depende del tiempo de residencia disponible en la planta de tratamiento. Algunos compuestos tienen el resultado deseado en menor tiempo que otros. Estos tipos de productos químicos son deseables en casi todos los casos. El tiempo de asentamiento representa el tiempo estático en el sistema requerido para que la emulsión se separe en aceite y agua. Es obvio que cualquier disturbio que afecte este proceso debe ser evitado.

3.4. Muestreo para las pruebas de laboratorio.

Esto es un aspecto extremadamente importante para cualquier prueba de laboratorio a la que se someterá. Si la muestra no es representativa del sistema, no pasaría en la prueba lo que ocurre en la planta, y, por ende, obtendremos unos resultados erróneos. Una buena muestra debe ser:

- Representativa del sistema.

- Compuesta de todas las estaciones de flujo que intervienen en el proceso.
- Consistente con el lote producción tratado.
- Libre de contaminantes.
- Estable.
- Disponible.

Las muestras tomadas para unas pruebas de laboratorio deben ser tomadas de una válvula (toma muestras) en la línea principal. Cuando la muestra es tomada de una línea de alta presión, una bomba especial de muestreo, un dispositivo capaz de contener presión sobre la línea a ser muestreada) debe ser usada. Si una línea de alta presión es muestreada simplemente abriendo la línea a la presión atmosférica, la caída de presión puede causar que la emulsión se agite.

Una muestra agitada no es verdaderamente representativa de la emulsión en el sistema y puede generar resultados erróneos en las pruebas realizadas. Si la característica de la emulsión formada durante el procesamiento de diferentes lotes de materia prima varía, entonces tomar una sola muestra de un lote de materia prima puede generar resultados no representativos. Teniendo en mente que las emulsiones se estabilizan con el tiempo, una fracción de horas algunas veces altera los resultados. Por eso, las pruebas de laboratorio deben ser ejecutadas inmediatamente después que las muestras son tomadas de la línea de producción.

Cuando es posible, una muestra compuesta debe ser tomada. Si las características de la emulsión formada durante el procesamiento de diferentes lotes de materia prima varían, entonces tomar una sola muestra de un lote de materia prima puede generar resultados no representativos. Teniendo en mente que las emulsiones se estabilizan con el tiempo, una fracción de horas algunas veces, altera los resultados. Por eso, las pruebas de laboratorio deben ser ejecutadas inmediatamente después que las muestras son tomadas de la línea de producción.

Los recipientes de muestras deben ser estériles y herméticos, libres de agua, productos químicos y restos de cualquier elemento que pueda influenciar las características de la emulsión.

3.5. Procedimiento de las pruebas de laboratorio

3.5.1. Materiales y equipos requeridos

- Tubos de ensayo de 25 mL.
- Fiolas de 25 mL, 50 mL y 100 mL
- Tubos para centrifuga.
- Pipetas.
- Equipo de Baño María.
- Centrifuga.
- Etiquetas.
- Termómetro.

3.5.2. Compuestos químicos propuestos como agentes desemulsificante

- Metanol
- Etanol
- Isopropanol
- Butanol

3.5.3. Procedimiento

No existe una prueba de laboratorio estándar para estos casos. Sin embargo, el siguiente procedimiento dará resultados reproducibles con diferentes usuarios.

- i. Asegurase que todos los equipos están limpios. Limpiar las jeringas, las pipetas, los contenedores de tomar las muestras, las gradillas para contener los tubos de ensayo. Limpiar los tubos de la centrifuga con etanol/isopropanol y luego con agua y para secarlos en un horno de secado. Limpiar los tubos de ensayo de desemulsificación con un cepillo y etanol/isopropanol y luego con agua (preferiblemente caliente). No use detergente a menos que sea absolutamente necesario, debido que los detergentes contienen tenso activos y surfactantes que afectan marcadamente las características de la emulsión. Si tiene que usar detergente enjuague completamente y seque con

papel higiénico u horno de secado o permita que se drene. Limpiar las tapas de los tubos de desemulsificación con un trapo impregnado con isopropanol.

- ii. Para determinar el contenido de agua y aceite en la emulsión es necesario centrifugar. Anotar la cantidad de agua y emulsión del primer tubo en la hoja de prueba de desemulsificación. La relación del aceite y del agua da una indicación de la estabilidad de la emulsión. Anotar la cantidad de agua total presente en la muestra en el segundo tubo. Esta te indicara que cantidad de agua que se espera que se separe en las pruebas de laboratorio. Antes de probar los compuestos químicos candidatos a agentes desemulsificantes, es absolutamente esencial que primero se corra una prueba de relación de dosis.

3.5.3.1. Evaluación del comportamiento de los compuestos propuestos

- i. Colocar 15 mL de emulsión dentro de ocho tubos de ensayo. Colocar los tubos de ensayo en un baño de agua (con suficiente agua para cubrir la marca de 15 mL) establecer la temperatura propuesta a la cual el desemulsificante será inyectado en el sistema. Dejar calentando durante 15 minutos para que la muestra alcance la temperatura del sistema. Añadir el agente desemulsificante seleccionado a los tubos. De la prueba de relación de dosis, seleccionar la primera relación de dosis en la cual el agente desemulsionante obtiene los valores de tratamiento de tratamiento óptimos.
- ii. Determinar cuántos compuestos químicos queremos probar en cada serie de pruebas de comparación. Esta será determinada por el tiempo de retención del sistema de producción.
- iii. Llenar un numero requerido de tubos de ensayo de 15 mL de capacidad, colóquelos en un Baño María de agua a la temperatura de operación del sistema durante 15 minutos.
- iv. Añadir una cantidad requerida de los diferentes compuestos químicos a cada tubo de ensayo en una relación de dosis determinada.
- v. Colocar los tubos de ensayo para agitar y agitar 200 veces a mano.
- vi. Colocar los tubos de regreso en el baño maría y ajustar la temperatura a la temperatura del equipo de separación.
- vii. Anotar la separación de agua después de un determinado periodo de tiempo.
- viii. Repita los pasos anteriores, probando con cada compuesto orgánico que ha sido puesto a prueba

- ix. En esta etapa, muchos compuestos deben haber dado resultados aceptables, respecto a los objetivos planteados en el proceso. Mezcle gentilmente y centrifugue durante 4 minutos. Esto es conocido como una centrifugación compuesta.

Figura 3.2. Tubos de ensayo que serán sometidos a calentamiento



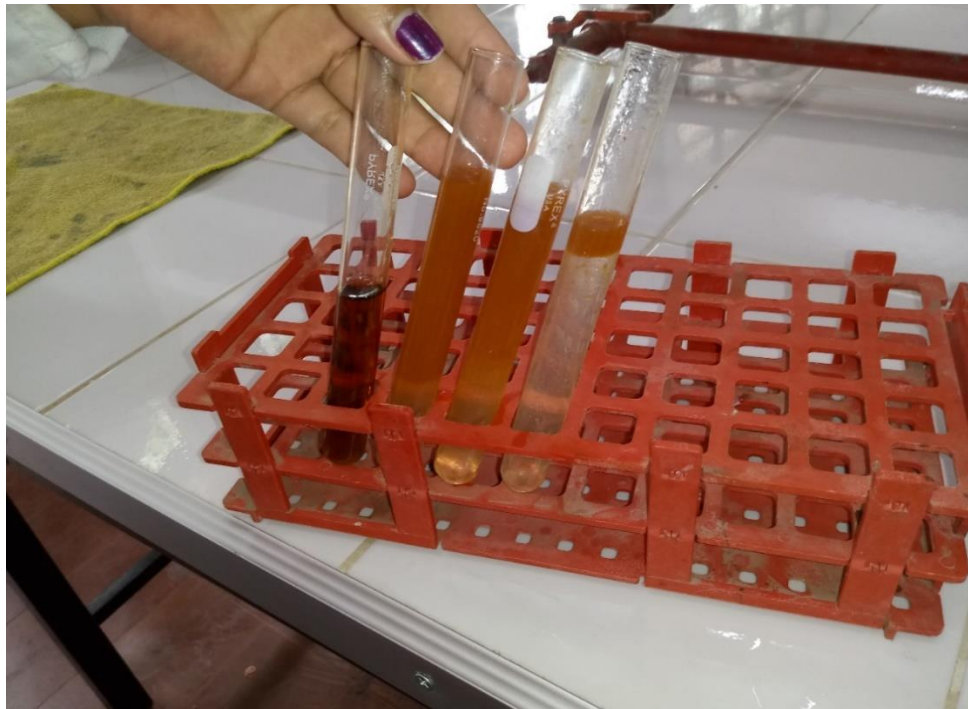
Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2. Prueba de dosificación

La ejecución de una prueba de dosificación permite determinar la cantidad mínima de compuestos de tratamiento para romper una emulsión en particular, esto se debe conocer para establecer cual compuesto trabaja efectivamente sobre la emulsión y en que rango de dosificación. Este conocimiento puede venir de la experiencia o estar en una suposición respaldada. El propósito de la prueba de dosificación es determinar la mejor relación de producto desemulsificante para el tratamiento de una emulsión.

- i. En cada tubo de ensayo añadir 15 mL de muestra de emulsión, se agrega usando un gotero una concentración 5 gotas del compuesto y se va incrementando para cada tubo de ensayo, 8 gotas para el segundo, 10 gotas, consecutivamente, con un volumen para cada concentración de 1.66 mL x cada 100mL de aceite agua emulsionada.

Figura 3.3. Tubos de ensayo en la gradilla



Fuente: Elaboración Propia

- ii. Calentar, si es necesario, hasta la temperatura de operación del tanque de retención.
- iii. Agitar varias veces con las manos con un movimiento largo de manera de lograr homogeneizar la emulsión.
- iv. Si la emulsión que se está probando es calentada en la operación de la separación de fases, calentarlas en el equipo de baño María hasta las mismas condiciones.
- v. Si la separación limpia entre el aceite y el agua aparece más definida en uno de tubos de ensayo más que en otros, observar en la etiqueta la dosis de solución que se le adicionó. Esta será la relación que ha de ser usada durante el resto de la prueba.
- vi. Después de ser usado todos los instrumentos deben ser limpiados para ser utilizados otra vez.

3.5.3.3. Selección del desemulsificante estándar

Esto es para encontrar cuál de los compuestos químicos propuestos como agentes desemulsificantes es más efectivo al tratar la emulsión. Este paso es directo, pero existen unas precauciones a ser tomadas en cuenta para asegurar una buena recomendación:

- Limpiar bien toda la cristalería.
- Probar varias relaciones si el espacio lo permite, especialmente si se sospecha que la producción variará de muestra a muestra.
- Tener en cuenta que las dosificaciones en las pruebas de laboratorio pueden ser mayores que las que se proponen usar en el campo.

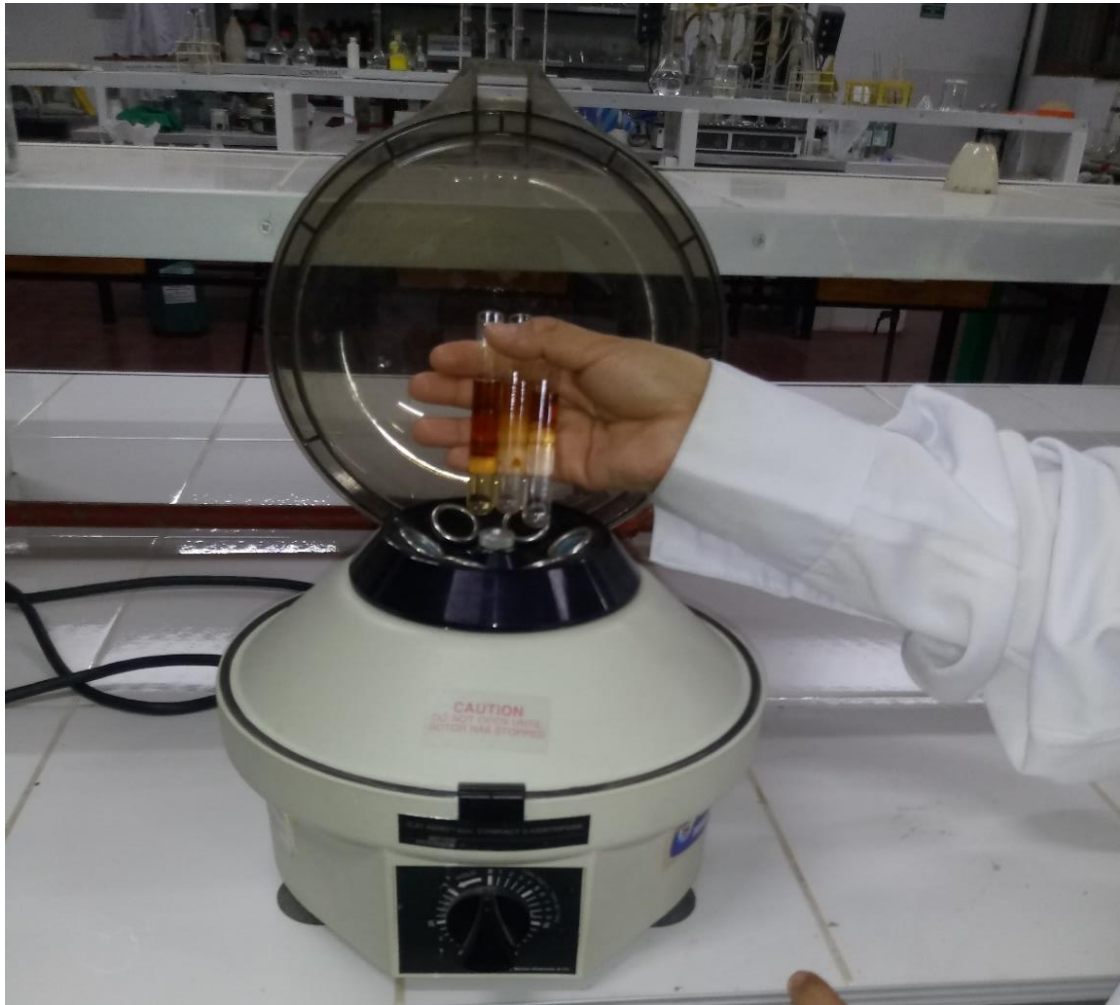
Esto es una regla práctica que se sigue para un óptimo resultado en el campo por la variación de volumen. Cuando se ejecutan las pruebas de laboratorio, los compuestos químicos candidatos a agente desemulsificante pueden ser adicionados a la muestra de emulsión en una forma de solución o en forma de compuesto químicamente puro.

El producto desemulsificante concentrado puede ser usado pero las cantidades a ser adicionados son tan pequeñas que dificultaría la medición del aditivo, introduciendo posibles errores en la ejecución de la prueba, por esta razón una solución de 10% de volumen de producto desemulsificante es normalmente utilizada.

Selección final

Se debe completar la prueba usando concentraciones diferentes o relaciones para anticipar el resultado en el sistema. Cuando se tenga identificados los mejores prospectos, se repite la prueba ampliando el rango de tratamiento con lo cual se determinaría cuan económico puede ser la aplicación (límite inferior); y por otro lado cuan flexible es el producto para enfrentar una situación anormal en el sistema (límite superior).

Figura 3.4. Tubos de centrifuga luego de 10 min de centrifugación



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.4. Evaluación de la temperatura óptima del proceso

Se debe verificar la temperatura usada para la separación óptima de las fases, en las pruebas de laboratorio, que puede ser la misma o muy cercana en el proceso de producción en planta. Después de la agitación inicial preestablecida, los tubos de ensayo se colocan en un Baño de María a las temperaturas requeridas luego se pasan a centrifugación para mejorar la separación de fases.

Figura 3.5. Tubos de ensayo que serán colocados en el equipo de Baño María



Fuente: Elaboración Propia

3.6. Observaciones de las pruebas realizadas en el laboratorio

3.6.1. Rápida decantación del agua

En un sistema con alto volumen de agua, un compuesto químico, que promueva una rápida decantación de agua al desestabilizarse la emulsión, es necesario para poder brindar resultados satisfactorios dentro del tiempo esperado. Cuando el agua libre esté involucrada, la velocidad de decantación de agua debe ser el factor más importante. Es notorio que agentes desemulsificantes que promueven una rápida decantación de agua son algunas veces incompletos en el tratamiento desemulsificante; por lo que muchas veces se requieren varias pruebas que simulen ciertas características críticas para un sistema particular. En sistemas de operación con bajo volumen u otros con más tiempo de residencia, la velocidad de decantación de agua puede ser de menor significación en

la selección del mejor agente desemulsificante entre los compuestos químicos propuestos. En todo caso, la velocidad de la decantación de agua al romperse la emulsión debe ser observada y registrada.

3.6.2. Interfase

La interfase deseada es aquella que indique una clara separación entre agua y aceite de pescado, que se observa nitidez en sistema ante cualquier movimiento y que no registra ningún tipo de acumulación de emulsión. Este tipo de interface también se conoce como interface espejo, ya que el aceite de muestra se observa brillante.

3.6.3. Turbidez del agua

Es difícil interpretar la turbidez del agua en las pruebas de laboratorio y correlacionarla con el comportamiento en la planta. Sin embargo, cuando los efectos del químico en las botellas son pronunciados y reproducibles, se puede relacionar un agua turbia al exceso de producto químico. Agua clara es definitivamente el resultado deseado.

3.6.4. Color del aceite

La característica principal de las emulsiones es su apariencia turbia y opaca en contraste con el color brillante del aceite obtenido. El color turbio se debe a las partículas finas de la fase interna (agua) en alta concentración que impiden el paso de la luz a través de la emulsión. Si bien es cierto que el brillo de un crudo no puede ser tomado como la única condición para seleccionar un producto, la turbidez es suficiente para descartarlo.

3.6.5. Diámetro de corte en centrifuga

La calidad más importante en las pruebas de laboratorio es la evaluación final del diámetro de corte en la centrífuga. Aunque son muchas las emulsiones que pueden ser evaluadas sin este paso final, es una práctica pobre, ya que cantidades pequeñas de emulsión o agua libre pueden perderse. Al ejecutar las pruebas de laboratorio, el corte de centrífuga debe ser hecho para determinar la cantidad total de agua y sedimento en la muestra.

Capítulo IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez concluida la etapa experimental, se procedió con la etapa de tabulación de resultados para su posterior análisis, comenzaremos con la evaluación cualitativa de los compuestos químicos, en este caso, alcoholes, propuestos como agentes desemulsificantes y su capacidad para desestabilizar la emulsión, para luego estudiar los resultados arrojados durante las pruebas de dosificación y temperatura con el compuesto químico escogido como agente desemulsificante y poder llegar finalmente a la etapa de conclusiones y recomendaciones.

4.1. Evaluación del Comportamiento de los Compuestos Propuestos

Comenzaremos con la evaluación cualitativa de los compuestos químicos, en este caso, alcoholes, propuestos como agentes desemulsificantes, y su capacidad para desestabilizar la emulsión.

Tabla 4.1 Evaluación cualitativa del comportamiento del agente desemulsificante

Muestra	Sustancia desemulsificante	Vol muestra	% de desemulsificante	Tipo de rompimiento	Polaridad
1	Metanol	15 mL	2.66	Poco rompimiento	Baja
2	Etanol	15 mL	2.66	Poco rompimiento	Baja
3	Propanol	15 mL	2.66	Lento	Moderada
4	Butanol	15 mL	2.66	Rápido	Alta

Fuente: Elaboración propia


4.2. Resultados de la Prueba de Dosificación

La prueba de dosificación nos permite determinar la cantidad mínima de compuestos de tratamiento para romper una emulsión en particular, esto se debe conocer para establecer cual compuesto trabaja efectivamente sobre la emulsión y en que rango de dosificación. para encontrar cuál de los compuestos químicos propuestos como agentes desemulsificantes es más efectivo al tratar la emulsión.

Tabla 4.2. Evaluación Prueba de Dosificación

Muestra	Sustancia desemulsificante	Vol. muestra	Vol. de desemulsificante	Apariencia W/I/O
1	Metanol	15 mL	5 gotas	Turbia
2	Etanol	15 mL	5 gotas	Turbia
3	Propanol	15 mL	5 gotas	Semiturbia
4	Butanol	15 mL	5 gotas	Trasparente

Fuente: Elaboración propia

 = *Compuesto más óptimo*


4.3. Selección del Agente Desemulsificante Estándar

Se realiza la prueba usando concentraciones diferentes o relaciones para verificar el comportamiento del compuesto desemulsificante frente a la emulsión. Se repite la prueba ampliando el rango de tratamiento con lo cual se determinaría cuan económico puede ser la aplicación (límite inferior); y por otro lado cuan flexible es el producto para enfrentar una situación anormal en el sistema (límite superior).

Tabla 4.3. Selección del Agente Desemulsificante Estándar

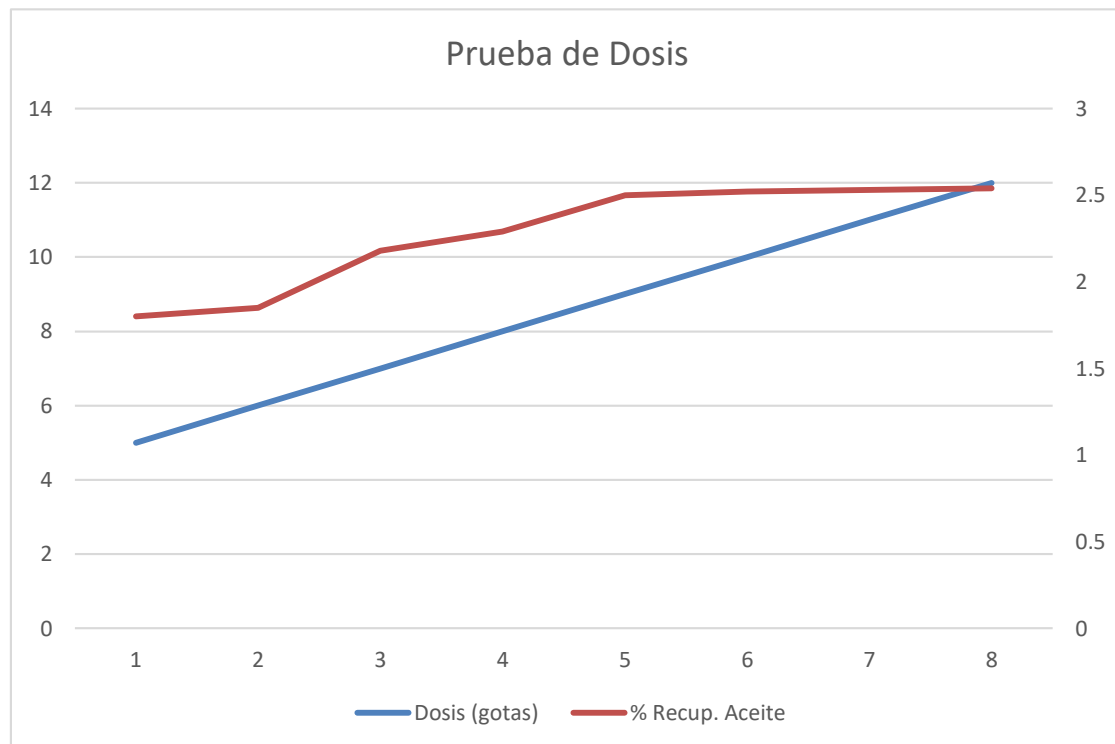
Muestra	Sustancia desemulsificante	Vol. muestra	Vol. de desemulsificante	% Desemuls.	Vol. Aceite Recuperado	% Rendim.
1	Butanol	15 mL	5 gotas	1.666	0.508 mL	1.98
2	Butanol	15 mL	6 gotas	2.00	0.528 mL	2.06
3	Butanol	15 mL	7 gotas	2.33	0.559 mL	2.18
4	Butanol	15 mL	8 gotas	2.66	0.587 mL	2.29
5	Butanol	15 mL	9 gotas	3.00	0.623 mL	2.43
6	Butanol	15 mL	10 gotas	3.33	0.636 mL	2.48
7	Butanol	15 mL	11 gotas	3.66	0.649 mL	2.53
8	Butanol	15 mL	12 gotas	4.00	0.659 mL	2.57

Fuente: Elaboración propia

 = La concentración más optima

Nota: El porcentaje de rendimiento expresado en esta tabla y en la siguientes tabla de este capítulo está en una relación de % (Masa aceite recuperado / Masa de materia prima inicial), basándonos en la aproximación que la emulsión tratada representa el 65.25% en peso de la materia prima, (esos 15 mL de muestra representan 24.01 g de materia prima) y una densidad promedio del aceite de anchoveta crudo de 940 Kg/m^3 (Agustiner, 2016). El volumen se midió con una pipeta de 1 mL lo más larga posible que se pudo conseguir.

Figura 4.1. Selección del Agente Desemulsificante Estándar



Fuente: Elaboración Propia

4.4. Evaluación de la Temperatura Óptima del Proceso

Se verificó la temperatura óptima para la separación de las fases, que es cercana a la temperatura de operación del proceso de producción en planta. Es decir, a 85 °C se obtiene una muy buena recuperación de aceite, si calentamos unos 5 más, se obtiene un resultado mayor, pero por muy poco.

Tabla 4.4. Evaluación de Temperatura de Operación (Butanol)

Muestra	Sustancia desemulsificante	Vol. muestra	Vol. de desemulsificante	Temperatura de operación	Vol Aceite Recup.	% Rendim.
1	Butanol	15 mL	9 gotas	70	0.641 mL	2.50
2	Butanol	15 mL	9 gotas	75	0.679 mL	2.65
3	Butanol	15 mL	9 gotas	80	0.705 mL	2.75
4	Butanol	15 mL	9 gotas	85	0.756 mL	2.95
5	Butanol	15 mL	9 gotas	90	0.759 mL	2.96
6	Butanol	15 mL	9 gotas	95	0.764 mL	2.98

Fuente: Elaboración propia


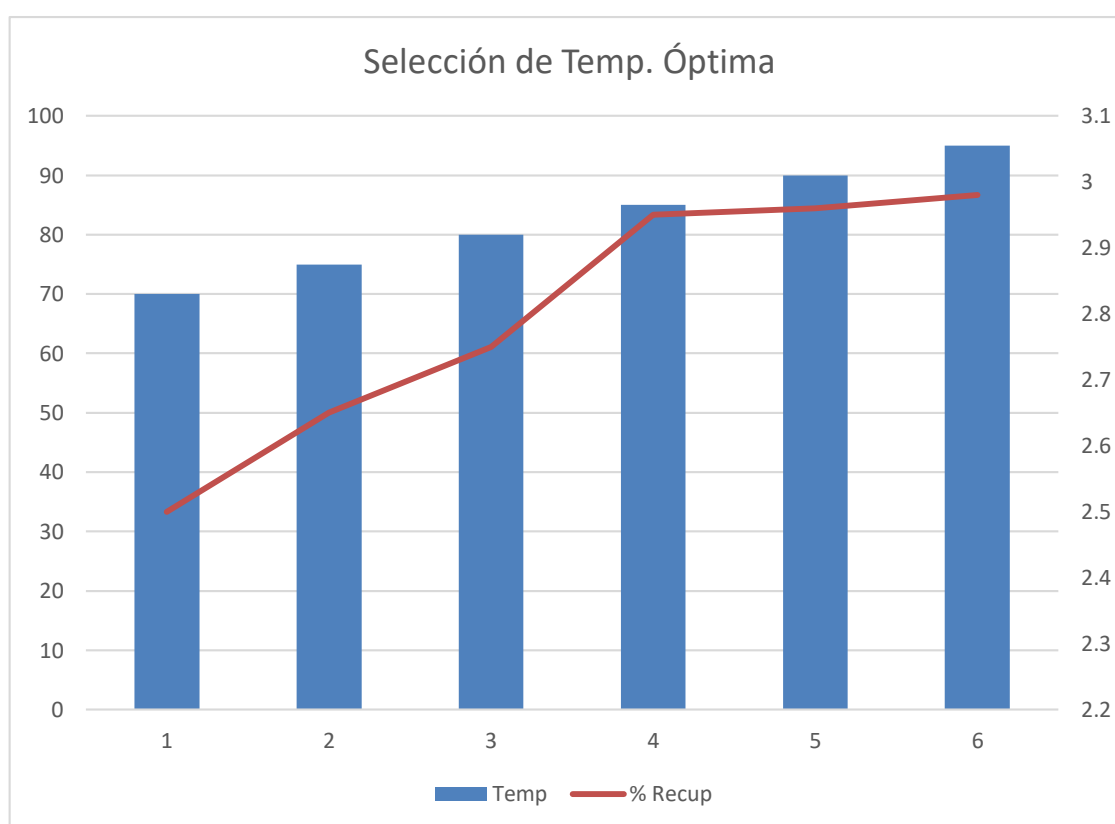
 = La temperatura de operación óptima

Figura 4.2. Selección de Temperatura Óptima



Fuente: Elaboración propia

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La tendencia que se encontró en los diferentes bibliografía consultada es el desarrollo de nuevos agentes químicos y técnicas para llevar a cabo la ruptura de las emulsiones aceite/agua, procurando ser más amigables con el medio ambiente, mediante la optimización energética, aumentando la recuperación de aceite, y por consiguiente, disminuyendo la carga orgánica en los efluentes de las plantas de producción de harina y aceite de pescado, con lo que reduce la carga orgánica que deben procesar las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), y con ello su costo de operación.

Se logró demostrar que si es posible mejorar la recuperación de aceite de pescado utilizando como agente desemulsificante un alcohol. En el caso de esta emulsión en particular, el alcohol que cumple cabalmente la función de agente desemulsificante, y que fue determinado por experimentación, es el butanol.

Se logró demostrar que, si es posible reducir la temperatura de operación del proceso, antes de la etapa de centrifugación, obteniendo el mismo porcentaje de recuperación de aceite que el obtenido a la temperatura de referencia, debido a la adición del agente desemulsificante (butanol), que me permite desestabilizar la emulsión a una menor temperatura.

Se logró demostrar mediante las experiencias obtenidas en el laboratorio que se puede optimizar el consumo energético en el proceso de recuperación de aceite, pues se puede operar a menor temperatura, por consiguiente, se ahorra energía en evitar calentar esa diferencia de 10 °C, a primera impresión parece poca energía ahorrada, pero debido a los grandes volúmenes de la emulsión a tratar en la planta de proceso, es un ahorro a tomar en cuenta, pues se traduce en menor gasto de combustible para la generación del vapor de calefacción, y como se tiene la premisa que el calor y la generación de vapor tienen un costo elevado en la industria y son una parte muy importante en los costos de operación, todo

ahorro de combustible, se traduce en un ahorro de dinero para la empresa, obteniendo el mismo rendimiento en la recuperación de aceite

Como recomendación, para separar el butanol del aceite crudo de pescado, se procedió a separarlos con un equipo de destilación al vacío en el laboratorio, teniendo en cuenta que el punto de ebullición del butanol es de 117.7 °C, y el punto de ebullición del aceite de pescado oscila alrededor de los 250 °C, es posible separarlos por destilación, pero si calentamos la mezcla hasta esa temperatura, se pierden muchas propiedades organolépticas y nutricionales del aceite de pescado, por lo que se opta por la destilación al vacío para reducir considerablemente el punto de ebullición del butanol, y poder separarlo del aceite de pescado satisfactoriamente. La experimentación de esta destilación se ilustra en los anexos.

Se debe tener en cuenta que en la etapa de centrifugación, en la planta de proceso se emplean una máquina que alcanza las 6200 rpm, sin embargo, durante la simulación que sometimos a las muestras tratadas en el laboratorio, el equipo de centrifugación usado alcanza las 3200 rpm (*THE CLAY ADAMS* Brand Compact II Centrifuge Model No. 420225*), no fue posible tener a disposición un equipo que alcance las mismas revoluciones que el equipo que opera en planta, lo que puede limitar de una manera considerable, la desestabilización gravitacional de la emulsión, por tal detalle se puede explicar que los resultados que obtuvimos en el laboratorio, se encuentra dentro del rango de resultados que se obtiene en la planta de proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, J., & Stanley, D. (1990). *Microstructural Principles of Food Processing and Engineering*. Amsterdam: Elsevier.
- Agustiner. (2016). *Aceite crudo de pescado - Agustiner*. Obtenido de Aceite crudo de pescado: agustiner.com/docs/Aceite%20Crudo%20de%20Pescado.pdf
- Andrews, S., & FASTQC. (2010). *A quality control tool for high throughput sequence data*. Obtenido de <https://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>
- Bengoechea Ruiz, C. (Abril de 2006). *Estudio Reológico de Emulsiones Alimentarias Estabilizadas por Proteínas Vegetales*. Obtenido de Depósito de Investigación - Universidad de Sevilla: <http://hdl.handle.net/11441/15859>
- Burgos Soto, C. A. (2014). *Tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceite y sólidos en la empresa pesquera Tecnológica de Alimentos S.A.* Obtenido de Repositorio Institucional Digital - Universidad Nacional del Santa: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1949/27273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dickinson, E. &. (1982). *Colloids in Foods*. Londres: Applied Science Publishers.
- Dickinson, E. (1992). *Introduction to Food Colloids*. Oxford: Oxford University Press.
- ESMITAL. (2007). *Secador de Aire Caliente*. Obtenido de ESMITAL: <http://www.esmital.cl/secador-de-aire-caliente.html>
- Everett, D. H. (1988). *Basic Principles of Colloid Science*. Londres: Royal Society of Chemistry.
- Gopal, E. (1968). Principles of Emulsion Formation. En P. Sherman, *Emulsion Science*. Londres: Academic Press.
- Guelfo Fuentes, A. (2013 de Noviembre de 2013). *Un poco sobre la historia de la anchoveta y la fabricación de harina y aceite de pescado*. Obtenido de Blog Acuícola: <http://blogacuicola.com/?p=3104>
- Halling, P. (1981). Protein-stabilized foams and emulsions. *CRC Crit Rev. Food Sci. Nutr.*, 15.
- Hunter, R. J. (1986). *Foundations of Colloid Science, Vol. 1*. Oxford: Oxford University Press.
- IMARPE. (Marzo de 2007). *ANCHOVETA*. Obtenido de Instituto del Mar del Perú - IMARPE:

http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/recursos_pesquerias/adj_pelagi_adj_pelagi_anch_mar07.pdf

International Fishmeal and Fish Oil Organisation - IFFO. (2008). *La producción de harina y aceite de pescado de la anchoveta peruana*. Obtenido de International Fishmeal and Fish Oil Organisation - IFFO:

<http://www.iffonet.es/system/files/La%20produccion%20de%20harina%20y%20aceite%20de%20pescado%20de%20la%20anchoveta%20peruana.pdf>

Israelachvili, J. N. (1992). *Intermolecular and Surfaces Forces*. Londres: Academic Press.

Kalab, M. A.-W., & Miller, S. (1995). Microscopy and other imaging techniques in food structure analysis. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 180.

Karbstein, H., & Schubert, H. (1995). *Developments in the continuous mechanical production of oil-in-water macro-emulsions*. Chemical Engineering and Processing.

OCEANA. (11 de Agosto de 2016). *El ABC de la anchoveta*. Obtenido de OCEANA: <https://peru.oceana.org/es/blog/el-abc-de-la-anchoveta>

OCEANA. (Abril de 2016). *La Anchoveta y El Niño*. Obtenido de OCEANA: <https://peru.oceana.org/es/la-anchoveta-y-el-nino>

Pesquería, M. d. (22 de Marzo de 2002). *FAOLEX Database - FAO*. Obtenido de FAOLEX Database - FAO: faolex.fao.org/docs/texts/per50238.doc

Phipps, L. W. (1985). *The High Pressure Dairy Homogenizer*. Pasadena: National Institute of Research in Dairying Reading, Plesset, M. S. y Saffren, M.M. (eds.).

PRODUMAR S.A.C. (4 de febrero de 2019). *Nosotros: Produmar S.A.C*. Obtenido de Produmar S.A.C. web site: <http://www.produmar.com/es/>

Rocha, N., & Rojas, F. (10 de Agosto de 2010). *Informe - Harina de Pescado*. Obtenido de SCRIB: <https://es.scribd.com/doc/35807380/Informe-Harina-de-Pescado>

Rojas Gordillo, I. (2005). *Análisis de energía en dos puntos críticos en una Industria*. Obtenido de Universidad de Puerto Rico - Recinto Universitario de Mayaguez: grad.uprm.edu/tesis/rojasgordillo.pdf

Sociedad Nacional de Pesquería. (Febrero de 2019). *Industria pesquera: Contribución a la economía peruana*. Obtenido de Sociedad Nacional de Pesquería - SNP: <https://www.snp.org.pe/relevancia-economica/>

Stone, H. A. (1994). Dynamics of drop deformation and breakup in viscous fluids. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 26, 65.

Tecnología Pesquera y agroindustrial. (2012). *Proceso de la Harina de Pescado*. Obtenido de Tecnología Pesquera y agroindustrial: <https://oneproceso.webcindario.com/Proceso%20de%20la%20harina%20de%20pescado.pdf>

- VALENZUELA B., A., & SANHUEZA C., J. y. (2012). EL ACEITE DE PESCADO: AYER UN DESECHO INDUSTRIAL, HOY UN PRODUCTO DE ALTO VALOR NUTRICIONAL. *Revista chilena de nutrición*, 201-209. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-75182012000200009&lng=es&nrm=iso
- WALAC NOTICIAS. (12 de Junio de 2017). *Piura: 'NorAndino' y 'Produmar' reciben premio "Engranaje Industrial"*. Obtenido de WALAC NOTICIAS: <https://walac.pe/piura-norandino-y-produmar-reciben-premio-engranaje-industrial/>
- Walstra, P. (1983). Formation of emulsions. En P. Becher, *Encyclopedia of Emulsion Technology, Vol I* (pág. 129). Nueva York: Marcel Dekker.
- Walstra, P. (1993). Principles of emulsion formation. *Chemical Engineering Science*, 48.
- Walstra, P. (1996). Emulsion stability. En P. Becher, *Encyclopedia of Emulsion Technology, Vol. 4*. Nueva York: Marcel Dekker.
- Walstra, P. Y. (1997). Formation of Emulsions. *2nd World Congress on Emulsion*. Burdeos.
- Wikipedia, La enciclopedia libre. (13 de Marzo de 2019). *Corrientes oceánicas frías*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Corrientes_oce%C3%A1nicas_fr%C3%A1as&oldid=115242196
- Williams, A., & Janssen, J. y. (1997). Behavior of droplets in simple shear flow in the presence of a protein emulsifier. En A. Williams, & J. y. Janssen, *Colloids and Surfaces* (págs. 125, 189).

ANEXOS

Matriz Básica de Consistencia

Título del Proyecto:

“Formulación de un proceso físico-químico para la recuperación de aceite en la empresa PRODUMAR-Paita.”

Nombre de la Tesista:

Samamé Panta, Karen Lizbeth

	Preguntas	Hipótesis	Objetivos
G	¿Será posible formular un proceso que mejore u optimice la recuperación de aceite?	Es posible formular un proceso que mejore y optimice la recuperación de aceite	Formular un proceso que mejore y optimice la recuperación de aceite
E1	¿Será posible mejorar la recuperación de aceite mediante la adición de un adecuado agente desemulsificante a base de alcohol?	Es posible mejorar la recuperación de aceite mediante la adición de un agente desemulsificante	Seleccionar un adecuado agente desemulsificante para mejorar la recuperación de aceite
E2	¿Será posible reducir la temperatura de operación obteniendo el mismo porcentaje de recuperación de aceite?	Es posible reducir la temperatura de operación obteniendo el mismo porcentaje de recuperación de aceite	Reducir temperatura de operación obteniendo el mismo porcentaje de recuperación de aceite
E3	¿Será posible optimizar el consumo energético en el proceso de recuperación de aceite obteniendo el mismo resultado?	Es posible optimizar el consumo energético en el proceso de recuperación de aceite	Optimizar el consumo energético en el proceso de recuperación de aceite

Catálogo Especializado de Normas Técnicas Peruanas



● Centro de Información y Documentación

ICS 67.200

ACEITES Y GRASAS

Mayo 2010

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
RELACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS PERUANAS DE ACEITES Y GRASAS.....	2
ICS 67.200.10 ACEITES Y GRASAS ANIMALES Y VEGETALES.....	2
ICS 67.200.20 SEMILLAS OLEAGINOSAS.....	11

INTRODUCCIÓN

Las normas Técnicas establecen los niveles de calidad y seguridad, son el medio el que brinda transparencia en el mercado, y en son elemento fundamental para competir.

Por este motivo el CID INDECOPI, pone a disposición de las empresas, Pymes, consultores, estudiantes y ciudadanía en general el **"CATÁLOGO DE NORMAS TÉCNICAS PERUANAS sobre ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. SEMILLAS OLEAGINOSAS"** aprobadas por el Indecopi a través de la comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias.

La presentación del catálogo es amigable y de fácil ubicación, está clasificada por áreas temáticas de acuerdo a la Clasificación Internacional de Normas y dentro de estas en orden correlativo por código de NTP, con un resumen del contenido de la misma.

La colección está a disposición para consulta y venta en:

Centro de Información y Documentación del INDECOPI (CID), en el Horario de atención: Lunes a Viernes de 8:30h a 16:30h

Dirección: Calle la Prosa 138 San Borja, Lima 41 - Perú

Teléfono: (511)224-7800 anexos 1511, 1394, 1722, 1353

Fax: (511)224-0346

E-mail: ltelleria@indecopi.gob.pe

Biblioteca Virtual:

http://www.indecopi.gob.pe/0/home_bibliotecavirtual.aspx

Tienda

Virtual

http://www.indecopi.gob.pe/0/home_tienda.aspx

**RELACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS PERUANAS DE
ACEITES Y GRASAS**

**ICS 67.200.10 ACEITES Y GRASAS ANIMALES
Y VEGETALES**

CODIGO : NTP 151.400:2009

TITULO : ACEITE DE SACHA INCHI
del género Plukenetia.
Requisitos. 15 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos de calidad e
inocuidad que debe
cumplir el aceite
extraído de la semilla
de sacha inchi del
género Plukenetia para
su consumo directo y/o
uso industrial.

DESCRIPTORES : SACHA INCHI; REQUISITOS

PRECIO : S/.27,98

CODIGO : NTP 209.001:1983

TITULO : ACEITES VEGETALES
COMESTIBLES.
Definiciones y
requisitos generales
5p.

RESUMEN : Establece las
definiciones y los
requisitos de los
aceites vegetales
comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES VEGETALES;
ACEITES COMESTIBLES;
TERMINOLOGIA;
REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.002:1982

TITULO : MANTECAS 8 p.

RESUMEN : Establece las
definiciones,
clasificación y
requisitos de las
mantecas comestibles.
La definición, las
especificaciones y la
clasificación
contenidas en Esta
norma también rigen
para la importación de
estos productos

DESCRIPTORES : MANTECA; REQUISITOS

PRECIO : S/.6,71

CODIGO : NTP 209.003:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Método de
determinación de
impurezas insolubles
2p.

RESUMEN : Establece el método que
determina sustancias
extrañas insolubles en
kerosene y éter de
petróleo en todas las
grasas y aceites
comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; IMPUREZAS;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.004:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Método de
determinación del
contenido de humedad y
materias volátiles 2p.

RESUMEN : Esta norma tiene por
objeto determinar la
humedad y cualquier
otra materia volátil
bajo las condiciones
del ensayo. Se aplica a
todas las grasas y
aceites comestibles
incluyendo emulsiones,
tales como mantequillas
y margarinas. No es
aplicable a muestras
que contengan
monoglicéridos
adicionados

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; MATERIA
VOLATIL; HUMEDAD;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.005:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Método
para la determinación
de la acidez libre 3p.

RESUMEN : Establece el método
para determinar la
acidez libre de aceites
vegetales crudos y
refinados, aceites

marinos y grasas animales

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; ACIDEZ; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.006:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del índice de peróxido 3p.

RESUMEN : Establece el método para determinar todas las sustancias en términos de miliequivalentes de peróxido por 100 g de muestra, que oxidan el yoduro de potasio bajo las condiciones del ensayo. Estos son generalmente considerados como peróxidos o cualquier otro producto similar de la oxidación de las grasas. Se aplica a todas las grasas y aceites comestibles incluyendo margarinas. Este método es altamente empírico y cualquier variación en el procedimiento conduce a una variación en el resultado

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; PEROXIDOS; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.007:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de detección de solvente clorinado 1 p.

RESUMEN : Establece el método para determinar cualitativamente la presencia de cloro proveniente de solventes clorinados y otras fuentes

DESCRIPTORES : GRASAS; ACEITES COMESTIBLES; SOLVENTES; CLORO; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.008:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del índice de yodo. Método Wijs 6 p.

RESUMEN : Esta norma se aplica a todas las grasas y aceites comestibles que no tengan sistemas conjugados

DESCRIPTORES : GRASAS; ACEITES COMESTIBLES; YODO; ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.009:1968

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Prueba de resistencia al frío 2p.

RESUMEN : Establece el método para medir la resistencia de la muestra a la cristalización, es comúnmente usado como un índice de winterización o de procesos similares que extraen la estearina. Es aplicable a todos los aceites refinados y secos, animales y vegetales

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; RESISTENCIA AL FRIO; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.011:1966

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para determinar la composición de los ácidos grasos por cromatografía de gas 3p.

RESUMEN : Establece el método para determinar el contenido de ácidos grasos que tiene de 8 a 20 átomos de carbono.

Los ácidos saturados y varios de los no saturados son determinados separadamente. El método se funda en que los ésteres metílicos de los ácidos grasos son separados y determinados por cromatografía de gas

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; ACIDOS GRASOS;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.012:1984

TITULO : MARGARINAS 6 p.

RESUMEN : Establece las definiciones y los requisitos de las margarinas

DESCRIPTORES : MARGARINA; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.056:1980

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para determinar cenizas 2 p.

RESUMEN : Establece el método para determinar cenizas en grasas animales, aceites vegetales y marinos. Esta norma no es aplicable a cuerpos grasos que contienen plomo o zinc

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; CENIZAS;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.057:1980

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación de la materia insaponificable 4 p.

RESUMEN : Establece el método para determinar el contenido de materia insaponificable en los

aceites y grasas comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; MATERIA
INSAPONIFICABLE;
ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.058:1980

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del índice de saponificación 4 p.

RESUMEN : Establece el método para determinar el índice de saponificación de los aceites y grasas comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; SAPONIFICACION;
ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.079:1984

TITULO : ACEITES COMPUESTOS COMESTIBLES. Definiciones y requisitos generales 5p.

RESUMEN : Establece las definiciones y los requisitos del aceite compuesto comestible

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.094:1975

TITULO : MARGARINAS. Preparación de la muestra para análisis 1 p.

RESUMEN : Establece el procedimiento a seguir en la preparación de la muestra de margarina, para la ejecución de los análisis pertinentes

DESCRIPTORES : MARGARINA; PREPARACION DE LA MUESTRA

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.095:1975

TITULO : MARGARINAS. Extracción de muestras 3 p.

RESUMEN : Establece el procedimiento a seguir en la extracción de muestras de margarinas a utilizarse en la determinación del cumplimiento de los requisitos de elaboración fijados en la Norma 209.012-Margarinas. El muestreo debe efectuarse en el almacén de productos terminados del fabricante

DESCRIPTORES : MARGARINA; MUESTREO

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.096:1975

TITULO : GRASAS COMESTIBLES. Determinación del punto de fusión, método Wiley 3 p.

RESUMEN : Establece el método de ensayo para determinar el punto de fusión de las grasas comestibles

DESCRIPTORES : GRASAS; FUSION; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.097:1975

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Determinación del contenido de jabón 3p.

RESUMEN : Establece el método de análisis para determinar el contenido de jabón en los aceites y grasas comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; JABON; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.106:1975

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de semilla de algodón 5p.

RESUMEN : Establece los requisitos que debe

cumplir el Aceite Comestible de Semilla de Algodón, refinado, desodorizado y winterizado o no. El aceite comestible de semilla de algodón importado debe cumplir con las especificaciones de Esta norma

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; ALGODON; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.107:1975

TITULO : ACEITE Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de semilla de soya 6 p.

RESUMEN : Establece los requisitos que debe cumplir el Aceite Comestible de Semilla de Soya, refinado, desodorizado y winterizado o no. El aceite comestible de semilla de soya importado, debe cumplir con las especificaciones de Esta norma

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; SOYA; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.108:1975

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de maní (cacahuate) 5 p.

RESUMEN : Establece los requisitos que debe cumplir el aceite comestible de maní (Arachis hypogaea L), refinado, desodorizado y winterizado. El aceite comestible de maní importado, debe cumplir con las especificaciones de Esta norma

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; MANI; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.115:1975

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES.
Determinación del contenido de fósforo 5p.

RESUMEN : Establece el método de análisis para determinar el contenido de fósforo en los aceites y grasas vegetales y marinos, crudos, degomados y refinados

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; FOSFORO; ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.121:1975

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del índice de refracción 5p.

RESUMEN : Establece el método de ensayo para determinar el índice de refracción de los aceites y grasas animales y vegetales normales, al estado líquido

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; INDICE DE REFRACCION; ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.128:1980

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación de la densidad relativa 3 p.

RESUMEN : Establece el método de ensayo para determinar la densidad relativa de los aceites y grasas animales y vegetales, en estado líquido

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; DENSIDAD RELATIVA; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.135:1979

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES.
Determinación del color por el método del tintómetro Lovibond 4p.

RESUMEN : Establece el método para determinar el color en aceites y grasas vegetales y/o animales aptas para el consumo humano, por el método de Lovibond

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; GRASAS; COLOR; ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.139:1979

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de maíz 5 p.

RESUMEN : Establece los requisitos que debe reunir el aceite de maíz considerado apto para el consumo humano

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; MAIZ; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.140:1987

TITULO : ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite crudo de palma. Requisitos 2 p.

RESUMEN : Establece los requisitos que debe cumplir el aceite crudo de palma aceitera africana

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES; PALMA; REQUISITOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.141:1981

TITULO : ACEITES Y GRASAS. Toma de muestras 11 p.

RESUMEN : Establece los métodos para efectuar la extracción de muestras de aceites y grasas

animales y vegetales,
crudos o refinados

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; MUESTREO

PRECIO : S/.6,71

CODIGO : NTP 209.142:1980

TITULO : ACEITES Y GRASAS.
Método de determinación
del contenido de
caroteno 2 p.

RESUMEN : Establece el método de
determinación del
contenido de
carotenoides en aceites
vegetales por
espectrofotometría,
especialmente en aceite
de palma, el cual en su
forma cruda o procesada
contiene usualmente
entre 300 mg/kg a 1 500
mg/kg, expresado como
caroteno

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; CAROTENOS;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.151:1981

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Método
cualitativo para
determinar la rancidez
(reacción de Kreis)
3p.

RESUMEN : Establece el método
cualitativo para
determinar la rancidez
en los aceites y grasas
comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; RANCIDEZ;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.157:1981

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES.
Determinación de la
presencia de aceite de
semilla de algodón.
Ensayo de Halphen 2 p.

RESUMEN : Establece el método
para determinar
cualitativamente la
presencia de aceite de
semilla de algodón en
los aceites y grasas
comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; ALGODON;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.187:1986

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Aceite de
ajonjolí (sésamo) 4 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
ajonjolí (sésamo) apto
para el consumo humano

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
AJONJOLI; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.217:1983

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Método de
determinación del
índice de anisidina 3
p.

RESUMEN : Establece el método
para la determinación
del índice de anisidina
en aceites y grasas

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; ANISIDINA;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.222:1984

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Inspección
y recepción 5 p.

RESUMEN : Establece los planes de
muestreo y los
procedimientos para la
inspección por
atributos, aplicables
en la aceptación de
lotes de aceites y
grasas comestibles

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
GRASAS; INSPECCION;
RECEPCION

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.246:1986

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Aceite de
almendra de palma
comestible 5 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
almendra en palma
comestible

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
PALMISTE; PALMA
ACEITERA; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.247:1986

TITULO : ACEITES Y GRASAS
COMESTIBLES. Aceite de
coco comestible.
Requisitos 5 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
coco comestible

DESCRIPTORES : ACEITES COMESTIBLES;
COCO; REQUISITOS

PRECIO : S/.3,36

CODIGO : NTP 209.258:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Prueba
espectrofotométrica en
el ultravioleta. 6 p.

RESUMEN : Establece el
procedimiento de
ejecución de la prueba
espectrofotométrica en
el ultravioleta de las
materias grasas.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
ESPECTROFOTOMETRIA;
ENSAYOS

PRECIO : S/.11,19

CODIGO : NTP 209.259:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación de
los Ácidos grasos
libres, método en frío.
7 p.

RESUMEN : Establece el
procedimiento de
ejecución de la prueba
espectrofotométrica en
el ultravioleta de las
materias grasas.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA; ACIDOS
GRASOS; ENSAYOS

PRECIO : S/.11,19

CODIGO : NTP 209.270:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación de
índice de peróxidos.
6p.

RESUMEN : Establece el método
para la determinación
del índice de
peróxidos de los
aceites y grasas.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
PEROXIDOS; ENSAYOS

PRECIO : S/.11,19

CODIGO : NTP 209.271:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Análisis de los
ésteres metílicos de
los ácidos grasos
mediante cromatografía
de gases. 29 p.

RESUMEN : Establece orientaciones
generales para
determinar, mediante
cromatografía de gases
con columna capilar, la
composición cualitativa
y cuantitativa de una
mezcla de ésteres
metílicos de ácidos
grasos obtenidos con el
método de
Transesterificación en
frío con una solución
metabólica de hidróxido
de potasio.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
ESTERES; ACIDOS;
CROMATOGRAFIA DE GASES;
ENSAYOS

PRECIO : S/.50,34

CODIGO : NTP 209.272:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación de
la composición y del
contenido de esteroides
mediante cromatografía
de gases. 13 p.

RESUMEN : Establece el
procedimiento para la
determinación del
contenido de esteroides
en las materias grasas,
expresado como
contenido de cada uno
de los esteroides
analizados y como
contenido total de
esteroides mediante
cromatografía de gases.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
CROMATOGRAFIA DE GASES

PRECIO : S/.27,98

CODIGO : NTP 209.273:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación
del contenido de ceras
mediante cromatografía
de gases con columna
capilar. 11 p.

RESUMEN : Establece un
procedimiento para la
determinación del
contenido de ceras en
los aceites de oliva.
Las ceras se separan en
función del número de
átomos de carbono. El
método puede
utilizarse, en
particular, para
distinguir el aceite de
oliva obtenido por
presión del obtenido
mediante extracción
(aceite de orujo de
oliva).

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
CROMATOGRAFIA DE GASES

PRECIO : S/.22,36

CODIGO : NTP 209.274:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación
del contenido en
eritrodol y uvaol. 8
p.

RESUMEN : Establece el método que
describe un
procedimiento para
determinar el
eritrodol en las
materias grasas.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
ERITRODIOL; UVAOL;
ENSAYOS

PRECIO : S/.22,36

CODIGO : NTP 209.275:2009

TITULO : ACEITUNA Y PRODUCTOS
DERIVADOS. Aceite de
oliva. Determinación
del contenido de
alcoholes alifáticos
mediante cromatografía
de gases con columna
capilar 13 p.

RESUMEN : Establece un
procedimiento para la
determinación del
contenido de alcoholes
alifáticos en las
materias grasas,
expresado como
contenido de cada uno
de los alcoholes
alifáticos analizados y
como contenido total.

DESCRIPTORES : ACEITE DE OLIVA;
ALCOHOLES;
CROMATOGRAFIA DE GASES

PRECIO : S/.27,98

CODIGO : NTP 312.001:1980
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS.
Definiciones y
clasificación. 1a. ed.
4 p.

RESUMEN : Establece las
definiciones y
clasificación de los
aceites marinos que se

producen industrialmente

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
DEFINICION;
CLASIFICACION

PRECIO : S/.11,19

CODIGO : NTP 312.002:1970

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
crudo de anchoveta 2p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite crudo
de anchoveta

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ANCHOVETA; REQUISITOS

PRECIO : S/ .1,68

CODIGO : NTP 312.003:1970
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
de anchoveta semi-
refinado. 1a. ed. 3p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
anchoveta semi-refinado

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ANCHOVETA; SEMI
REFINADO; REQUISITOS

PRECIO : S/ .5,61

CODIGO : NTP 312.004:1980
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
de anchoveta semi-
refinado y winterizado.
1a. ed. 3 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
anchoveta semi-refinado
y winterizado

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ANCHOVETA; SEMI
REFINADO; REQUISITOS

PRECIO : S/ .5,61

CODIGO : NTP 312.005:1980
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
de anchoveta semi-

refinado e hidrogenado.
1a. ed. 7 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
anchoveta semi-refinado
e hidrogenado

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ANCHOVETA; SEMI
REFINADO; REQUISITOS

PRECIO : S/ .5,61

CODIGO : NTP 312.008:1974
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
de anchoveta
modificado. Requisitos.
1a. ed. 2 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
anchoveta modificado,
que se utiliza en
mezcla con aceite
vegetales para formar
el aceite compuesto
comestible

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ANCHOVETA; REQUISITOS

PRECIO : S/ .5,61

CODIGO : NTP 312.009:1985
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
de pescado semi-
refinado. Requisitos.
1a. ed. 3 p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe
cumplir el aceite de
pescado semi-refinado

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
PESCADO; SEMI REFINADO;
REQUISITOS

PRECIO : S/ .5,61

CODIGO : NTP 312.010:1985
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS. Aceite
crudo de pescado.
Requisitos. 1a. ed. 4p.

RESUMEN : Establece los
requisitos que debe

cumplir el aceite crudo de pescado

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
PESCADO; ACEITE CRUDO;
REQUISITOS

PRECIO : S/.11,19

CODIGO : NTP 312.011:1985
(Revisada 2010)

TITULO : ACEITES MARINOS.
Determinación del color en la escala Gardner. 1a. ed. 3 p.

RESUMEN : Establece el método de determinación del color de los aceites marinos transparentes, por medio de la comparación con vidrios patrones de la escala Gardner

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
COLOR; ENSAYOS

PRECIO : S/.5,61

CODIGO : NTP 312.012:1985

TITULO : ACEITES MARINOS.
Determinación cualitativa de contaminación con aceite mineral 2 p.

RESUMEN : Establece el método cualitativo de determinación de la presencia de aceites minerales, como contaminantes de aceites marinos

DESCRIPTORES : ACEITES ANIMALES;
ACEITES MINERALES;
CONTAMINACION; ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

ICS 67.200.20 SEMILLAS OLEAGINOSAS

CODIGO : NTP 209.137:1979

TITULO : TORTAS DE SEMILLAS OLEAGINOSAS.
Determinación del contenido de humedad 3p.

RESUMEN : Establece el método ussal para determinar el contenido de la humedad en las tortas.

Este método permite obtener resultados, que comparados con los obtenidos por el método de referencia párrafo 13.2, difieren en menos de 0,1

DESCRIPTORES : ACEITES; TORTA;
SUBPRODUCTOS; HUMEDAD;
ENSAYOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.138:1979

TITULO : TORTAS DE SEMILLAS OLEAGINOSAS. Toma de muestras 9 p.

RESUMEN : Establece la forma de efectuar el muestreo de las tortas oleaginosas. El método descrito se aplica al muestreo de tortas de semillas oleaginosas presentadas a granel o envasados, pero no debe ser utilizado para el muestreo de semillas de los mismos

DESCRIPTORES : ACEITES; TORTA;
SUBPRODUCTOS; MUESTREO

PRECIO : S/.6,71

CODIGO : NTP 209.143:1982

TITULO : TORTAS DE SEMILLAS OLEAGINOSAS. Requisitos 3 p.

RESUMEN : Establece los requisitos que deben cumplir las tortas de semillas oleaginosas, algodón y soya utilizados en alimentación animal y que han sido obtenidas por los sistemas de prensado, solvente y prensado solvente

DESCRIPTORES : ACEITES; TORTA;
SUBPRODUCTOS;
REQUISITOS

PRECIO : S/.1,68

CODIGO : NTP 209.198:1982

TITULO : TORTAS DE SEMILLAS OLEAGINOSAS. Torta de

soya. Determinación del
índice de proteína
dispersable (IPD) 6 p.

RESUMEN : Establece el método
para determinar el
índice de proteína
dispersable (IPD) en la
torta de soya

DESCRIPTORES : SOYA; TORTA; PROTEINAS;
ENSAYOS

PRECIO : S/.3,36

CONTENIDO DE EPA Y DHA EN ACEITE CRUDO DE PESCADO PRODUCIDO EN EL PERU DURANTE EL PERIODO 1996 - 2000*

Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP)

Dirección de Investigación y Desarrollo

Por:

Ing. Alberto Salas, Ing. María E. Ayala, Blgo. Miguel Albrecht

RESUMEN

Se determinó el contenido de EPA (ácido eicosapentenoico) y DHA (ácido docosahexenoico) de aceite crudo de pescado producido en el Perú durante el período de 1996 - 2000, principalmente elaborado de anchoveta negra (*Engraulis ringens*). La composición de los ácidos grasos de 435 muestras fue analizada mediante cromatografía de gases. Los valores extremos de EPA para el tiempo de estudio fueron 10.5 y 24.3%, mientras que los valores de DHA variaron desde 4.9 a 15.9%. Se observaron menores coeficientes de variación en EPA (10.7 a 17.4%) que en DHA (13.6 a 32.1%). En general, los contenidos de EPA fueron mayores a los de DHA y ambos sumaron valores promedio de 29.1 a 33.1%. La presencia del fenómeno "El Niño" no parece haber afectado notoriamente los contenidos ni la relación entre EPA y DHA, excepto en el primer trimestre de 1998.

PALABRAS CLAVES: ácidos grasos, aceite de pescado, ácido eicosapentenoico (EPA) y ácidodocosahexenoico (DHA).

ABSTRACT

EPA (eicosapentenoic acid) and DHA (docosahexenoic acid) content of raw fish oil produced in Peru mainly from black anchovy (*Engraulis ringens*) during 1996-2000 was determined. Fatty acids composition of 435 samples was analyzed by gas chromatography. Extreme values of EPA for all the samples were 10.5 and 24.3%, while DHA varied from 4.9 to 15.9%. Variation coefficients in EPA (10.7 to 17.4%) were smaller than those for DHA (13.6 to 32.1%). For the period of study, content of EPA was higher to the corresponding of DHA and when added showed an average of 29.1 to 33.1%. The presence of the phenomenon "El Niño" didn't seem to have affected these contents neither the relationship nor the sum of EPA and DHA, except for the first trimester of 1998.

KEY WORDS : Fatty acids, Fish oil, Eicosapentenoic acid (EPA), Docosahexenoic acid (DHA).

INTRODUCCIÓN

En la costa peruana se sitúa una de las áreas de pesca más productivas del mundo cuyo característico afloramiento provoca la mezcla de corrientes oceánicas y el enriquecimiento en nutrientes de la superficie. La abundancia del alimento y su proximidad a la costa determinan la riqueza ictiológica peruana y los importantes niveles de procesamiento y exportación de productos pesqueros. Estos en gran parte se exportan como harina y aceite de pescado y cuentan como principal materia prima a la anchoveta negra debido a su bajo valor comercial para consumo humano directo y su elevado contenido graso que fluctúa alrededor de 8%. (Lam, R. 1968, IMARPE-ITP. 1996). El aceite de pescado es la principal fuente de ácidos grasos omega-3, ácido eicosapentenoico (EPA) y ácido docosahexenoico (DHA), siendo las especies peruanas muy ricas en estos componentes (Tabla 1) comparativamente con otras especies (Hoffman et al., 1993, Khalid, et al., 1968).

Las estadísticas pesqueras demuestran que tanto la harina como el aceite crudo de pescado, denominados de consumo humano indirecto y obtenidos por la industria pesquera peruana provienen mayoritariamente de anchoveta negra y de otras especies minoritarias como sardina, caballa y jurel (INEI 2001, Perú). El aceite de pescado tiene un variado uso en aplicaciones industriales tales como pinturas y barnices, resinas, pegamentos, productos fotográficos, lubricantes para gomas, cueros y cosméticos, así como su uso en la alimentación animal, sin embargo no es adecuado para consumo humano a menos que sea sometido a procesos de desodorización e hidrogenación (Valenzuela, A. et al., 1995).

Entre 1996 y 2000 la participación de la anchoveta negra en la industria de procesamiento para consumo humano indirecto fluctuó entre valores de 32.61% en 1998 y 96.30% en 2000 (INEI

2001, Perú). Sólo en el año 2000 la exportación de aceite de pescado en el Perú representó 80.6 millones de dólares (Anuario 2000-2001, Perú).

Numerosos trabajos de investigación desarrollados en los últimos años señalan la importancia del consumo de ácidos grasos de la familia omega-3 en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diversos tipos de cáncer, alergias, etc., razón por la cual recomiendan elevar la ingesta del EPA y DHA (Saglik, S. y Imre, S., 2001, Kolanowski, W. et al., 2001). EPA contribuye a mantener las paredes de los vasos sanguíneos elásticas y libres de depósitos grasos, en tanto que DHA parece jugar un rol importante al reemplazar el ácido araquidónico en las plaquetas sanguíneas reduciendo el riesgo de su agregación y formación de coágulos. (Ackman, R., 2000).

Los efectos beneficiosos en la salud humana atribuidos a los aceites marinos se relacionan principalmente con su alto contenido de EPA y DHA, que en el aceite de pescado alcanzan concentraciones de 24 - 33% del contenido de ácidos grasos. (Valenzuela, A. et al., 1993). En el organismo humano estos ácidos grasos son interconvertidos de acuerdo a su necesidad (Ackman, R., 2000).

La composición de ácidos grasos en los aceites de las especies marinas varía según la estación, el área de captura, dieta, edad y madurez sexual (Carrizo, J., 1999; Bimbo, A., 1999). Considerando que existe poca información sobre la fluctuación de EPA y DHA en aceite crudo de pescado procesado por la industria peruana, gran exportador de este producto, se presentan datos relativos a su contenido y variación mensual durante 1996 a 2000.

Tomando en cuenta los volúmenes de anchoveta negra respecto a los totales de las especies utilizadas para procesar aceite de pescado, los valores de EPA y DHA reportados podrían ser referidos a esta especie. La información presentada permite apreciar el potencial de oferta de ácidos grasos omega-3 al mercado mundial.

MATERIALES Y MÉTODOS

TOMA DE MUESTRA

Durante los años 1996 a 2000 se analizaron un total de 435 muestras de aceite crudo procedentes de los tanques de almacenamiento de las plantas de harina y aceite de pescado, con una frecuencia mensual mínima de dos muestras, excepto para los meses de veda (Tablas 2 y 3). La forma de extracción del aceite fue mediante cocción del pescado, prensado y separación del líquido de prensa, el cual está constituido por una mezcla de aceite, agua, proteínas solubles y otros constituyentes menores; esta mezcla fue centrifugada para separar el denominado aceite crudo (Valenzuela, A. et al., 1993, Valenzuela, A. et al., 1995).

Para la toma de muestra se aplicó la Norma Técnica Peruana NTP 209.141 (1981), utilizándose un cilindro extractor de acero inoxidable que consiste en dos tubos concéntricos ajustados con dispositivos de manera que permiten la entrada del líquido exterior al interior del cilindro haciendo posible la toma de muestra en diferentes niveles en los tanques de almacenamiento. Las muestras extraídas fueron mezcladas en un recipiente limpio y seco y una vez homogeneizadas, colocadas en botellas oscuras de 1 litro y transportadas a los laboratorios del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú donde fueron procesadas de inmediato.

MATERIALES

Tubos de vidrio con tapa rosca de 13 x 100mm; la mezcla de estándares de ácidos grasos fue obtenido de Sigma chemical Co. (O-7756 Oil Reference Standard AOCS); el éter de petróleo (40-60°C), hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y metanol fueron de grado reactivo obtenidos de MERCK.

EQUIPO INSTRUMENTAL

Cromatógrafo de gases HITACHI modelo 163 equipado con detector de ionización de flama de hidrógeno con columnas de vidrio (2m de longitud y 3 mm de diámetro interno) empacadas con 15% DEGS/UNIPOINT malla 60 - 80 y un integrador electrónico para la cuantificación de ácidos grasos; baño termostático YAMATO modelo BS-144; balanza analítica SARTORIUS modelo 2842; agitador de tubos VORTEX modelo K550.

METODO ANALÍTICO

Las muestras fueron homogeneizadas vigorosamente, pesadas dentro de un tubo de ensayo y disueltas en éter de petróleo. La saponificación y metilación se realizaron agregando hidróxido de sodio 2 N disuelto en metanol a 50°C, neutralizando luego con ácido clorhídrico 2 N en metanol. Se dejó reposar las muestras hasta observar la separación de fases, tomándose 2ul de la parte superior para inyectarlos al cromatógrafo de gases (Prevot, A. y Mordret, F. 1976). La temperatura de inyección fue 250°C, el rango de temperatura de la columna fue programada entre 160 y 210°C a razón de 1°C/min utilizando como gas de arrastre nitrógeno a 20 ml/min.

La precisión aplicada a los datos obtenidos fue establecida en una diferencia no mayor del 2.2% entre duplicados (componentes mayores al 5%) (NTP 209.11, 1966). Para la identificación de los ácidos grasos se utilizó una mezcla estándar y los resultados fueron expresados en porcentaje relativo. Los ácidos grasos identificados en los cromatogramas fueron: 14:0, 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 18:2, 20:5, 22:6 y 22:6 tal como se muestra en la Figura 1. Los resultados así obtenidos fueron contrastados con las metodologías ISO 5509-78 e ISO 5508-1990 obteniéndose diferencias menores a 2.2%. Los análisis se efectuaron por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 2 y 3 muestran el contenido promedio mensual de EPA y DHA en las muestras de aceite crudo de pescado, así como el promedio anual y su coeficiente de variabilidad, durante los años 1996 al 2000.

Durante 1996, EPA presentó sus valores más elevados en la primavera (Noviembre y Diciembre) 24.1 y 21.8%, y el valor más bajo en el verano 14.9% (Febrero), el coeficiente de variación durante este año fue de 13.9%. En tanto que el mayor valor de DHA se presentó en Febrero, 15.6% y el menor valor promedio en Noviembre 6.7% con un coeficiente de variación anual de 24%. Al analizar los valores de sumatoria de EPA y DHA se obtuvo valores que fluctuaron entre 25.5 y 37.4% con un valor promedio de 31.4%.

Durante el año 1997, los valores máximo y mínimo de EPA fueron 21.9% en Junio y 15.7% en Octubre. Hasta el mes de Agosto, estos valores permanecieron casi constantes, fue a partir de Septiembre en que se produjeron grandes variaciones reflejadas en los valores de desviación estándar, presentando un coeficiente de variación anual de 12.5%. Respecto a lo observado en DHA el valor más alto se produjo en Diciembre, 14.8% y el más bajo en el mes de Febrero 10.9% con un coeficiente de variación anual de 13.6%. Al sumar los valores de EPA + DHA en este mismo año, se obtuvo un promedio de 33.1% con valores extremos de 27.7 y 39.4%.

En 1998, se pudo apreciar el valor más bajo de EPA de todos los analizados, en Marzo 10.5%, el mayor valor para ese año se presentó en Junio: 24.3%, mientras que los demás resultados se mantuvieron aproximadamente constantes, teniendo un coeficiente de variación anual de 17.4%. Por su parte DHA presentó el valor más bajo en Mayo 7.2% y el mayor en Marzo 15.4% con un coeficiente de variabilidad anual de 22.6%. La sumatoria de los valores de EPA y DHA para este año tuvieron un rango de 25.9% a 33.6%, con un promedio de 30.7%, que es ligeramente menor a los respectivos de los años anteriores, en esta época se produjo el fenómeno "El Niño" y el porcentaje de anchoveta utilizado fue significativamente menor que en los otros años. Esto último podría sugerir que el comportamiento de variación de EPA y DHA no es exclusivo para la anchoveta y que es similar para otras especies pelágicas utilizadas en la elaboración de harina y aceite.

En el primer trimestre de 1998 la relación de los contenidos de EPA y DHA presentó un comportamiento muy diferente al año anterior, llegándose a reportar un valor mayor para el DHA que para el EPA en el mes de Marzo; éstos datos agregados a los observados a fines del año 1997 guardarían relación con el fenómeno antes mencionado y la consecuente menor disponibilidad de alimento (Bandarra et. al, 1997).

En 1999, el mayor valor de EPA fue observado en Noviembre 22.5%, el valor más bajo fue observado en Septiembre 17.4%; el coeficiente de variación fue 10.7%. Por otra parte, los valores de DHA mostraron un valor máximo en Enero: 15.9% disminuyendo a niveles de 8.9, 5.2 y 4.9% para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre en cada caso, con un coeficiente de variación anual de 30.3%, con una tendencia similar a la observada en el año 1996. La sumatoria de EPA y DHA para 1999, en promedio fue de 29.1%, con un valor mínimo de 24.8% y un máximo 33.3%. Durante el año 2000, se presentaron solo pequeñas variaciones en el contenido de EPA entre Enero y Junio mostrándose el valor más alto en Febrero 22.2% mientras el valor más bajo fue observado en Agosto 16.5% con un coeficiente de variación anual de 11.9%. El DHA aumentó

progresivamente desde un valor mínimo en Febrero 6.5%, a un máximo de 15.1% en Junio, con un coeficiente de variación anual de 32.1%. La sumatoria de EPA y DHA en este año mostró variaciones entre 25.5 a 37.4% con un promedio de 30.8%.

En general, los resultados obtenidos durante los 5 años indican un mayor contenido de EPA respecto a DHA, con excepción de Febrero de 1996 y de manera más evidente en marzo 1998. Al observar los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible deducir que la proporción EPA/DHA se mantiene en un rango constante y que esta aumenta en primavera, posiblemente el desgaste energético post-desove induzca esta variación.

Es notorio además, que los valores de EPA presentaron menores coeficientes de variación anual que los respectivos de DHA, lo cual permite concluir que entre los ácidos grasos omega-3 de las muestras de aceite crudo de pescado, el DHA es el componente que presenta mayores fluctuaciones (Tablas 2 y 3).

Cabe señalar que el coeficiente de variación anual para cada componente indica una variabilidad reducida considerando el número de muestras que además no corresponden a una sola especie, de las variables biológicas y estacionales cuyos efectos se incrementarían durante el fenómeno "El Niño". Las fluctuaciones observadas en los valores correspondientes para cada ácido graso, no modifican sustancialmente las sumatorias de EPA y DHA.

Al evaluar los contenidos promedio y desviación estándar de EPA y DHA sumados para cada año, los valores observados pueden ser considerados constantes y similares para las muestras analizadas. Estos valores se encuentran en el extremo superior del rango reportado por Valenzuela y colaboradores en 1993 quienes mencionan que esta sumatoria se encuentra entre 14 y 30% para especies pelágicas del Pacífico Sur.

Es importante indicar que a fines del año 1997, época de inicio del fenómeno "El Niño" y de la escasez de alimento debido al calentamiento de las aguas se produjeron las mayores dispersiones de los datos de EPA, ácido graso relacionado con la dieta y que según lo observado en los otros años fue el menos variable. En el año 1998 se observaron los valores extremos de EPA para todo el período de estudio: 10.5% y 24.3%, variaciones que se reflejan en las desviaciones estándar registradas y que posiblemente se relacionan con la condición de EPA de formar parte de los triglicéridos y grasa de depósito. Es durante este período que se pierde el patrón de comportamiento, que nuevamente se retoma a partir del año 1999.

Cuando se comparan los resultados del presente estudio con los similares de otras especies se encuentra semejanza respecto a la relación de mayor contenido de EPA que de DHA, tal es el caso del aceite crudo obtenido de sáballo de la costa atlántica de EE.UU. (1977-1988) en el que EPA fluctuó entre 11.1% a 16.3% y DHA de 4.6% a 13.8%. Se observa un comportamiento similar en aceite crudo de otras especies, así en el arenque americano los contenidos de EPA variaron entre 3.9 y 15.2% y fueron mayores a los de DHA que se encontraban entre 2.0 y 7.8% (Stansby, M. 1991); en anchoas (EPA 22% y DHA 9%) y en capelán (EPA 15%, DHA 6%) (Bimbo, A. 1999).

Respecto a los contenidos de EPA y DHA, cabe señalar que estos valores son considerablemente mayores a los antes mencionados, así, desde 1996 al 2000, EPA varió de 10.5% a 24.3% y DHA de 4.9% a 15.9% (Tablas 2 y 3).

La sumatoria de EPA y DHA fluctuó en un rango de 29.1% a 33.1%. Estos valores se consideran muy importantes, si se toma en cuenta el método de extracción del aceite crudo comparado con la mayor eficiencia y recuperación que se obtendría mediante extracción con solventes orgánicos.

Se considera que los resultados obtenidos en el presente trabajo son representativos de las cantidades de EPA y DHA de la biomasa, mayormente constituida por anchoveta negra, destinada a la industria de elaboración de aceite crudo en el Perú, durante un período de cinco años.

* El presente documento ha sido publicado en la Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria Vol. 3 N° 5 de diciembre del 2002

BIBLIOGRAFIA

Ackman, R. 2000. Fish is more than a Brain Food. IIFET 2000 Proceedings. Canadian Institute of Fisheries Technology. Dalhousie University, Nova Scotia. Canada. Pp: 1-6

- Anuario 2000-2001, Perú. Empresa Editora El Comercio S.A. Pág. 168
- Bandarra, N.; Batista, I.; Nunes, M.; Empis, J.; and Christie, W. 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science*. 62, N° 1, 40-42.
- Bimbo, A. 1999. Pautas para la clasificación del aceite de pescado comestible. *Aceites y Grasas*: 410-421.
- Carrizo, J. 1999. El aceite de pescado: sus propiedades. *Aceites y Grasas*: 407-408
- Hoffman LC., Casey NH, and Prinsloo JF. 1993. A Further Investigation into the Fatty Acid Composition of the Lipids of the African Catfish (*Clarias gariepinus*). *The South African Journal of Food Science and Nutrition*. 5(2): 41-42.
- IMARPE-ITP. 1996. Instituto del Mar del Perú e Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. 25-93.
- INEI. 2001 Instituto Nacional de Estadística e Informática: Compendio Estadístico Financiero.
- ISO 5508 - 1990. E Animal and vegetable fats and oils-Analysis by chromatography of methyl esters of fatty acids.
- ISO 5509 - 1978. E Animal and vegetable fats and oils. Preparation of methyl esters of fatty acids.
- Khalid Q., Saeed A., and Hameed A. 1968. The Fatty Acid Composition of Edible Marine Fish Oils. *The Journal of the American Oil Chemists Society*. 45, 247-249.
- Kolanowski, W.; Swiderski, F.; Lis, E.; Berger, S. 2001. Enrichment spreadable fats with polyunsaturated fatty acids omega-3 using fish oil. *International Journal of Food Science and Nutrition* 52 (6) 469-476
- Lam, R. 1968. Estudio sobre la variación del Contenido de Grasa en la Anchoqueta Peruana (*Engraulis ringens*), Informe N° 24. Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú.
- Norma Técnica Peruana 209.011. 1966. Método para determinar la composición de los ácidos grasos por cromatografía de gas.
- Norma Técnica Peruana 209.141. 1981. Toma de Muestras.
- Prevot, A.F. y Mordret, F. 1976. *Revue Francaise des Corps Gra* 23° Année N° 7-8: 416-417.
- Saglik, S. and Imre, S. 2001. w-3 Fatty Acids in Some Fish Species from Turkey. *Journal of Food Science* 66, N°2, 2001, 210-212.
- Stansby, M. 1991. Fish and Fish Oil in the diet and its effects on certain medical conditions. *NOAA*, 11-18.
- Valenzuela, A., Nieto, S., Uauy, R. 1993. Desafíos Tecnológicos para evaluar ácidos grasos N-3 Poli-insaturados en aceites marinos de uso alimenticio y farmacológico. *Aceites y Grasas*, 53 - 61.
- Valenzuela, A., Romo, C., Nieto, S. 1995. Tecnologías Aplicables a la industrialización de los aceites marinos para permitir su aplicación en la alimentación. *Alimentos* 20 N° 1 : 1-15.

Tabla 1.- Contenidos de EPA y DHA en especies peruanas

ESPECIES	EPA	DHA	EPA+DHA
Anchoqueta negra	18.7	9.2	27.9
Caballa	14.1	16.3	30.4
Jurel	15.1	12.9	28.0
Machete	22.8	8.1	30.9
Merluza	13.8	25.7	39.7
Sardina	19.7	5.3	25.0

Tabla 2.- Contenido de EPA en Aceite Crudo de Pescado en Perú (1996-2000)

	1996	1997	1998	1999	2000
Enero	19,0 ± 1,7 (4)	NR	NR	17,4 ± 0,3 (2)	21,7 ± 0,6 (7)
Febrero	14,9 ± 1,6 (2)	21,0 ± 2,4 (8)	16,0 ± 3,7 (3)	21,1 ± 2,1 (2)	22,2 ± 1,3 (27)
Marzo	19,6 ± 0,9	20,4 ± 1,5	10,5 ± 0,1	17,8 ± 3,5	21,1 ± 2,4

	(4)	(6)	(2)	(4)	(15)
Abril	19,3 ± 1,5 (9)	19,1 ± 1,2 (3)	NR	18,0 ± 0,5 (17)	20,1 ± 1,3 (28)
Mayo	19,8 ± 0,8 (4)	20,8 ± 2,8 (9)	22,3 ± 0,6 (3)	17,5 ± 0,7 (10)	20,3 ± 0,6 (20)
Junio	18,8 ± 0,8 (6)	21,9 ± 0,9 (13)	24,3 ± 0,2 (2)	17,9 ± 0,7 (16)	20,1 ± 1,1 (23)
Julio	19,6 ± 1,2 (8)	21,4 ± 1,0 (10)	21,0 ± 0,8 (4)	17,8 ± 1,0 (8)	18,6 ± 2,2 (18)
Agosto	19,4 ± 0,7 (4)	21,5 ± 1,9 (5)	21,2 ± 0,3 (2)	19,0 ± 2,3 (3)	16,5 ± 1,3 (28)
Septiembre	17,3 ± 2,5 (11)	18,0 ± 6,8 (2)	NR	17,4 ± 2,5 (6)	NR
Octubre	18,5 ± 2,5 (9)	15,7 ± 5,3 (2)	18,8 ± 3,6 (2)	19,4 ± 1,5 (10)	17,2 ± 1,1 (4)
Noviembre	24,1 ± 3,3 (7)	18,0 ± 6,0 (3)	21,5 ± 0,1 (2)	22,5 ± 1,2 (8)	NR
Diciembre	21,8 ± 2,2 (8)	19,5 ± 3,9 (4)	22,2 ± 0,7 (4)	21,1 ± 0,8 (10)	20,0 ± 1,5 (4)
Promedio	19,3 ± 2,2	19,8 ± 1,9	19,7 ± 4,0	18,9 ± 1,7	19,8 ± 1,8
CV anual	13.9%	12.5%	17.4%	10.7%	11.9%

Los números entre paréntesis representan el número de muestras analizadas.

NR = no se realizaron por veda del recurso

CV = Coeficiente de variación

Imágenes de la parte experimental en el Laboratorio

Figura A.1. Detalle de la emulsión en la pera de decantación.



Fuente: Elaboración Propia

Figura A.2. Emulsión en la pera de decantación.



Fuente: Elaboración Propia

Figura A.3. Vista de la emulsión en la pera de decantación



Fuente: Elaboración Propia

Figura A.4. Calentando los tubos de ensayo en el equipo de Baño María



Fuente: Elaboración Propia

Figura A.5. Tubos listos para centrifugar



Fuente: Elaboración Propia

Figura A.6. Destilación al vacío



Fuente: Elaboración Propia

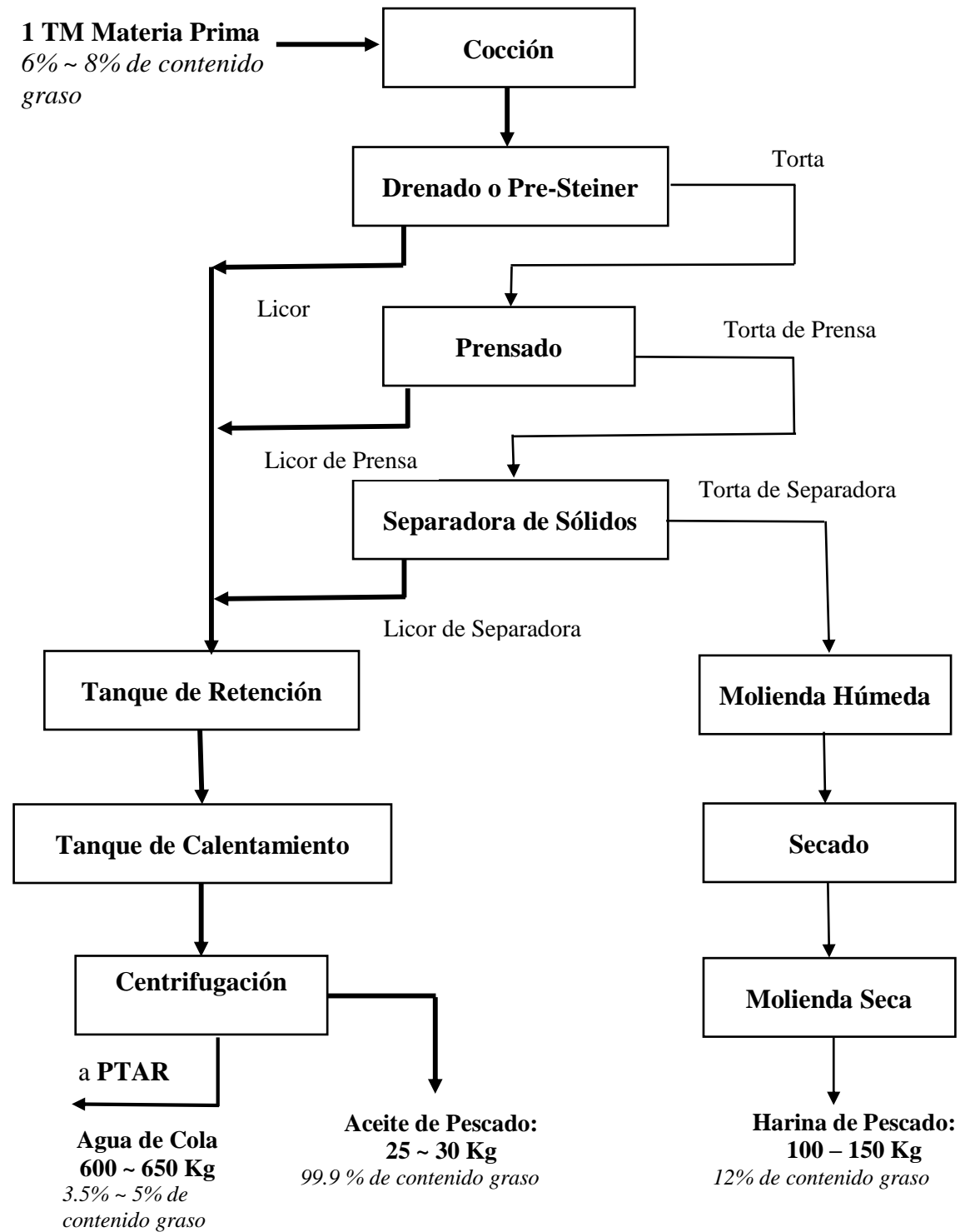
Figura A.7. Operando el equipo de destilación al vacío



Fuente: Elaboración Propia

Balance de Materia del contenido graso durante el proceso productivo de Harina y Aceite de Pescado

Base de Cálculo: 1 Tonelada Métrica de Materia Prima



Comentarios:

Los porcentajes de contenido graso en la materia prima varían según el rango establecido en el diagrama, dependiendo de la época el año en la que se procesa un lote, la anchoveta en su etapa de desove, tiene el mayor porcentaje de contenido graso (8%), que en otras épocas del año.

La producción y el rendimiento de la harina de pescada y el aceite de pescado, dependen en gran medida del estado de la materia prima, pues la empresa PRODUMAR, respeta las medidas establecidas por PRODUCE, y se procesa materia prima que no está apta para Consumo Humano Directo (CHD), es decir que está descabezado, partido, reventado como consecuencia de las faenas de pesca. Por tal motivo, en el presente trabajo de investigación se especifica que la producción varía por cada lote de materia prima procesado.

En el agua de cola que sale de la centrífuga, no todo el contenido graso presente es aceite, una buena parte es de sólidos grasos presentes todavía, que con acción de la fuerza centrífuga permanecen en la fase inferior (agua de cola).

El aceite presente en el agua de cola, si bien es un porcentaje importante, no amerita una inversión para recuperarlo, pues PRODUMAR es una planta de pequeña capacidad (30 ~ 60 TM/día) y la cantidad de aceite que se podría recuperar en el agua de cola, no hace rentable la inversión. Sin embargo, en plantas de gran capacidad de producción (> 400 TM/día), el agua de cola pasa a una planta de Tratamiento de Agua de Cola, donde se recuperan sólidos solubles, aceite (que se conoce como aceite PAMA), cuya cantidad si hace rentable la inversión.

Autorizan el inicio de la Segunda Temporada de Pesca del recurso anchoveta y anchoveta blanca en la Zona Norte - Centro del Perú

RESOLUCIÓN MINISTERIAL

N° 504-2018-PRODUCE

Lima, 9 de noviembre de 2018

VISTOS: El Oficio N° 535-2018-IMARPE/CD del Instituto del Mar del Perú - IMARPE, el Informe N° 396-2018-PRODUCE/DGPAPPA-DPO de la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura, el Informe N° 1433-2018-PRODUCE/OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

CONSIDERANDO:

Que, el Decreto Ley N° 25977, Ley General de Pesca, en adelante la Ley, en su artículo 2 establece que los recursos hidrobiológicos contenidos en las aguas jurisdiccionales del Perú son patrimonio de la Nación; y que en consecuencia, corresponde al Estado regular el manejo integral y la explotación racional de dichos recursos, considerando que la actividad pesquera es de interés nacional;

Que, el artículo 9 de la Ley, modificado por el Decreto Legislativo N° 1027, dispone que el Ministerio de la Producción, sobre la base de evidencias científicas disponibles y de factores socioeconómicos determina, según el tipo de pesquerías, los sistemas de ordenamiento pesquero, las cuotas de captura permisible, las temporadas y zonas de pesca, la regulación del esfuerzo pesquero, los métodos de pesca, las tallas mínimas de captura y demás normas que requieran la Que, el Decreto Legislativo N° 1084, Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación, establece el mecanismo de ordenamiento pesquero aplicable a la extracción de los recursos de anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) destinada al consumo humano indirecto, con el fin de mejorar las condiciones para su modernización y eficiencia; promover su desarrollo sostenido como fuente de alimentación, empleo e ingresos; y, asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad;

Que, el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1084, Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación aprobado por Decreto Supremo N° 021-2008-PRODUCE, en su artículo 3 dispone que el Ministerio de la Producción en función de los informes científicos que emita el IMARPE en concordancia con la Ley General de Pesca, determinará el inicio y la conclusión de las Temporadas de Pesca así como el Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) que corresponde a cada una de ellas, salvo circunstancias ambientales o biológicas; asimismo, en cada año calendario se determinarán dos (2) Temporadas de pesca, cuya definición deberá ser publicada por el Ministerio con una anticipación mínima de tres (3) días hábiles; la determinación de las Temporadas de Pesca y del LMTCP se hará de manera independiente para la Zona Norte - Centro y la Zona Sur;

Que, el IMARPE mediante el Oficio N° 535-2018-IMARPE/CD remite el “INFORME DE AVANCE SOBRE ESTADO ACTUAL DE LA POBLACIÓN DE ANCHOVETA EN LA REGIÓN NORTE-CENTRO Y DESARROLLO DEL PROCESO REPRODUCTIVO AL 05 DE NOVIEMBRE DE 2018”, el cual concluye, entre otros, que: i) “La estructura por tamaños de anchoveta presentó un rango comprendido, entre 6,5 y 17,0 cm LT. Entre Talara-Isla Lobos de Tierra (04°30’-06°30’S) estuvo conformada principalmente por ejemplares adultos con moda en 14,0 cm. Entre Pimentel-Huarmey (07°-10°S), presentó una mayor presencia de juveniles, con modas adultas en 14,5 cm y 15,0 cm y moda juvenil secundaria en 11,0 cm. Al sur de Huarmey se observó un cambio en la composición de las tallas, registrando modas entre 10-12 cm y frente a Pucusana se registró un pequeño núcleo de ejemplares de 4,5 a 6,5 cm”; ii) “Según la distribución de lances con anchoveta, la mayor disponibilidad se observó entre Salaverry-Chimbote, frente a Talara y al sur de Punta La Negra”; iii) “El Crucero de Estimación de la Biomasa Desovante de anchoveta 1808-09, efectuado entre Paita (°05’S) y Bahía Independencia

(14°45'S), a bordo de los BICs José Olaya y Humboldt. en agosto - setiembre del 2018, estimó una biomasa desovante de 5,03 millones de toneladas, que indica un stock en estado saludable”; y, iv) “Los Indicadores reproductivos fracción desovante o índice de actividad de desove (FD o IAD), como el índice gonadosomático (IGS), obtenidos tanto en el Programa de seguimiento de la pesquería y el Crucero de Evaluación acústica 1809-11, muestran que la anchoveta del stock norte-centro, hacia finales de octubre, ha iniciado la declinación del período principal de desove”; por lo que recomienda: i) “Considerando que, los indicadores reproductivos de anchoveta en la región norte-centro, muestran que el período de desove principal de invierno-primavera alcanzó su mayor intensidad en octubre de 2018, es posible comenzar con la actividad extractiva de este recurso en esta región”; ii) “La determinación de la cuota de captura de anchoveta en la región norte-centro, se realizará al término de la evaluación que efectúa el Crucero en esta región, estimándose que concluya el 10 de noviembre de 2018”; y, iii) “En caso, exista la necesidad de comenzar la temporada de pesca mientras termina el Crucero, podría hacerse mediante una Pesca Exploratoria al norte de los 10°S, donde se ubica los ejemplares más grandes, que considere un período prudente de duración (no mayor de 10 días). Debe tomarse en cuenta que los desembarques diarios históricos en las segundas temporadas de pesca, fluctúan aproximadamente en el orden de 30 a 40 mil toneladas diarias”;

Que, la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura mediante el Informe N° 396-2018-PRODUCE/DGPARPA-DPO, sustentado en lo informado por el IMARPE en el Oficio N° 535-2018-IMARPE/CD, recomienda “(...) proyectar una Resolución Ministerial que atienda las recomendaciones efectuadas por el IMARPE con relación a autorizar al inicio de las actividades extractivas del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), en el área comprendida entre el extremo norte del dominio marítimo del Perú y los 10°00'LS, a través del establecimiento y/o autorización de la Segunda Temporada de Pesca 2018 del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), correspondiente a la Zona Norte - Centro, así como realizar el dictado de medidas de ordenamiento que regulen la realización de actividades extractivas del citado recurso, entre otras disposiciones”;

Que, asimismo, la citada Dirección General recomienda “(...) establecer un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de carácter temporal para la Segunda Temporada de Pesca 2018 en la Zona Norte-Centro del Perú del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) de cuatrocientas mil (400,000) toneladas, como parte del LMTCP Norte-Centro que podrán ser extraídas durante referida Temporada de Pesca; los cuales, podrán ser extraídos en la zona comprendida entre el extremo norte del dominio marítimo peruano y los 10°00' LS, por un período no mayor de 10 días calendario, contabilizados a partir de iniciada la precitada Temporada de Pesca”; así como también, las medidas de conservación, seguimiento, control y vigilancia del recurso;

Con las visaciones del Viceministro de Pesca y Acuicultura y de los Directores Generales de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura, de Pesca para Consumo Humano Directo e Indirecto y de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley N° 25977, Ley General de Pesca, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 012-2001-PE; el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1084, Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación aprobado por Decreto Supremo N° 021-2008-PRODUCE, el Decreto Legislativo N° 1047, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción y modificatorias, y su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2017-PRODUCE y modificatoria;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Inicio de la Segunda Temporada de Pesca 2018 en la Zona Norte - Centro del Perú

Autorizar el inicio de la Segunda Temporada de Pesca del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), en el área marítima comprendida entre el extremo norte del dominio marítimo del Perú y los 16°00'LS a partir de las 00:00 del cuarto día hábil contado desde del día siguiente de publicada la presente Resolución Ministerial, siendo la fecha de conclusión, una vez alcanzado el Límite Máximo Total de Captura Permisible de la Zona Norte-Centro (LMTCP Norte-

Centro) autorizado, o en su defecto, cuando lo recomiende el Instituto del Mar del Perú - IMARPE por circunstancias ambientales o biológicas.

Artículo 2.- Límite Máximo Total de Captura Permisible de la Segunda Temporada de Pesca 2018 de la Zona Norte - Centro

2.1 Establecer un Límite Máximo Total de Captura Permisible de la Zona Norte-Centro (LMTCP Norte-Centro) de carácter temporal del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), de cuatrocientas mil (400,000) toneladas, como parte del LMTCP Norte-Centro que podrán ser extraídas durante la Segunda Temporada de Pesca a la que refiere el artículo 1 de la presente Resolución Ministerial. Dicho límite de carácter temporal, podrá ser extraído en la zona comprendida entre el extremo norte del dominio marítimo peruano y los 10°00'LS, por un período no mayor de diez (10) días calendarios, contabilizados a partir de iniciada la presente Temporada de Pesca.

El LMTCP Norte-Centro para la Segunda Temporada de Pesca 2018 establecida en el artículo 1 de la presente Resolución Ministerial, será autorizado mediante Resolución Ministerial, previa recomendación del IMARPE.

2.2. Los titulares de permisos de pesca a los que se asigne un Límite Máximo de Captura por Embarcación (LMCE) para la extracción del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), deben realizar sus actividades extractivas hasta alcanzar el Límite Máximo de carácter temporal al que se refiere el numeral 2.1 del presente artículo, no debiendo exceder dicho límite en el plazo y en la zona establecida para su extracción.

2.3. La Dirección General de Pesca para Consumo Humano Directo e Indirecto del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción publicará mediante Resolución Directoral, el Listado de Asignación de los Límites Máximos de Captura por Embarcación (LMCE) de carácter temporal del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*).

Artículo 3.- Capturas de las embarcaciones pesqueras

Sólo podrán realizar faenas de pesca en el marco de la presente Resolución Ministerial, las embarcaciones pesqueras registradas y autorizadas para desarrollar actividades extractivas durante la presente temporada de pesca, conforme al Límite Máximo de Captura por Embarcación de la Zona Norte-Centro (LMCE Norte-Centro), que será publicado mediante Resolución Directoral, para cuyo efecto, sólo podrán efectuar sus actividades extractivas hasta alcanzar la cuota asignada en la mencionada Resolución Directoral.

Para el cálculo del LMCE Norte-Centro se tendrá en cuenta lo establecido en el artículo 11 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1084, Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación aprobado por Decreto Supremo N° 021-2008-PRODUCE.

Artículo 4.- Finalización de las actividades extractivas

En el caso que las capturas de la flota anchovetera alcancen el Límite Máximo Total de Captura Permisible de la Zona Norte-Centro (LMTCP Norte-Centro) establecido para el presente período de pesca, se suspenderán las actividades extractivas; sin perjuicio de establecer las responsabilidades administrativas y/o penales de los titulares de aquellas embarcaciones que hubiesen efectuado capturas por encima del Límite Máximo de Captura por Embarcación de la Zona Norte-Centro (LMCE Norte-Centro) asignado.

Artículo 5.- Condiciones para el desarrollo de las actividades pesqueras

El desarrollo de las actividades extractivas y de procesamiento está sujeto a las disposiciones siguientes:

A) Actividades Extractivas:

a.1. Sólo operarán las embarcaciones pesqueras que tengan permiso de pesca vigente para el recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), y cuenten con la asignación de un Límite Máximo de Captura por Embarcación de la Zona Norte-Centro que será publicada por Resolución Directoral; información que será actualizada en el Portal Institucional cuya dirección es www.produce.gob.pe, y que cumplan con la normatividad vigente.

a.2. Emplear redes de cerco con tamaño mínimo de malla de ½ pulgada (13 milímetros).

a.3. Efectuar operaciones de pesca fuera de las zonas reservadas para la pesca artesanal y de menor escala, según las normas vigentes. Las embarcaciones, cuando se desplacen por estas zonas reservadas hacia la zona de pesca, deben mantener velocidad de travesía y rumbo constante. La velocidad de travesía debe ser igual o mayor a dos (2) nudos.

Asimismo, las operaciones de pesca deberán efectuarse cumpliendo la norma que establece la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras aprobada por Decreto Supremo N° 024-2009-MINAM.

a.4. Efectuar sólo una faena de pesca en un intervalo de 24 horas, comprendido entre las 8 a.m. y las 8 a.m. del día siguiente.

a.5. Contar a bordo de la embarcación con la plataforma-baliza del Sistema de Seguimiento Satelital - SISESAT, la cual debe emitir permanentemente señales de posicionamiento satelital.

B) Actividades de Procesamiento de Harina y Aceite de Pescado:

b.1. Contar con licencia de procesamiento vigente.

b.2. Tener suscrito los convenios y contratos que se establezcan en el marco de las normas que rigen el “Programa de Vigilancia y Control de las Actividades Pesqueras y Acuícolas en el Ámbito Nacional”; así como cumplir con las obligaciones señaladas en el marco del citado Programa.

b.3. Está prohibido recibir y procesar recursos hidrobiológicos provenientes de:

b.3.1. Embarcaciones sin permiso de pesca y de aquellos que no cuenten con un Límite Máximo de Captura por Embarcación para la Zona Norte-Centro asignado, incluidas aquellas cuyos permisos estén suspendidos.

b.3.2. Embarcaciones con permiso de pesca para recursos distintos a la anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*).

b.3.3. Embarcaciones artesanales y de menor escala.

Están exceptuados de la presente prohibición, los recursos decomisados que son entregados para su procesamiento por la autoridad correspondiente.

b.4. Debe suspenderse o paralizarse la recepción de materia prima en los siguientes casos:

b.4.1. Cuando ocurran fallas en los equipos de las unidades productivas que impidan continuar con el desarrollo normal de las actividades de procesamiento.

b.4.2. Cuando se produzcan accidentes imprevistos en los equipos de adecuación y manejo ambiental, debiéndose adoptar de inmediato las medidas de contingencia previstas en sus Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y/o del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), así como comunicar inmediatamente dicha ocurrencia a la autoridad pesquera más cercana.

b.4.3. Cuando se registre, en la recepción del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), la presencia de recursos costeros destinados al consumo directo, que supere el porcentaje previsto en la normativa vigente.

Artículo 6.- Medidas de conservación de la anchoveta, especies asociadas y dependientes

6.1. Se prohíbe la extracción y/o procesamiento de ejemplares de anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) con tallas menores a las previstas en las normas vigentes, permitiéndose una tolerancia máxima de 10% expresada en número de ejemplares.

Cuando se extraigan ejemplares juveniles de anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) en porcentajes superiores al 10% de los desembarques diarios de un determinado puerto, se suspenderán las actividades pesqueras, principalmente las actividades extractivas, por un período mínimo de tres (3) días consecutivos de las zonas de pesca o de ocurrencia, si dichos volúmenes de desembarques pudiesen afectar el desarrollo poblacional del recurso mencionado.

6.2. Cuando se observe el ejercicio de faenas de pesca en zonas reservadas para la pesca artesanal y de menor escala, acción que contraviene la disposición prevista en el literal a.3. del artículo 5 de la presente Resolución Ministerial, la autoridad administrativa adoptará las medidas de supervisión, control y sanción que correspondan.

Similar medida será adoptada cuando se registre la presencia del recurso merluza y/o de especies costeras de consumo humano directo en las capturas de embarcaciones anchoveteras, en porcentajes superiores a los permitidos en las normas vigentes; sin perjuicio de iniciarse el procedimiento administrativo sancionador que corresponda.

6.3. Se establece que el porcentaje de tolerancia de pesca incidental de otros recursos en la pesca de anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) es de 5% de la captura total desembarcada por embarcación, expresada en peso.

6.4. El IMARPE informará a la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción, sobre el seguimiento de la actividad extractiva de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) y referido a las capturas diarias, capturas incidentales, esfuerzo de pesca desplegado, incidencia de juveniles, entre otros indicadores; recomendando con la prontitud del caso, las medidas de conservación que sean necesarias adoptar para garantizar el adecuado uso de los recursos pesqueros.

Para dicho efecto el IMARPE podrá emplear medios electrónicos que permitan la optimización del flujo de información entre dicha institución y el Ministerio de la Producción. La información alcanzada deberá contar con los vistos correspondientes y deberá ser regularizada posteriormente.

6.5. Los armadores pesqueros o sus representantes están obligados a brindar las facilidades para el embarque del personal del Programa de Bitácoras de Pesca a cargo de IMARPE, para la toma de información biológico-pesquera a bordo de las embarcaciones.

Artículo 7.- Seguimiento, control y vigilancia

7.1. La vigilancia y control de las zonas de pesca se efectuará sobre la base de los reportes del Sistema de Seguimiento Satelital.

Los titulares de las embarcaciones pesqueras con permiso de pesca vigente para el recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), deberán observar las disposiciones previstas en el Reglamento del Sistema de Seguimiento Satelital aprobado por Decreto Supremo N° 001-2014-PRODUCE y sus modificatorias.

La Dirección General de Supervisión, Fiscalización y Sanción del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción publicará el listado de embarcaciones impedidas de efectuar el zarpe con fines de pesca, conforme a lo previsto en el mencionado Reglamento del Sistema de Seguimiento Satelital, el cual establece que la Autoridad Marítima no otorgará zarpe a aquellas embarcaciones pesqueras que no cuenten con el equipo del SISESAT instalado a bordo y/o que no se encuentre operativo y emitiendo señales.

7.2. Los titulares de las embarcaciones pesqueras con permisos de pesca vigente para la extracción del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) deberán permitir la supervisión del Ministerio de la Producción y brindar las facilidades necesarias, a efectos de facilitar el cumplimiento de sus funciones, lo que incluye las actividades a ser realizadas por los inspectores que conforman el Programa de Inspectores a bordo, sin condicionamiento alguno.

7.3. El incumplimiento de lo dispuesto en la presente Resolución Ministerial será sancionado conforme a lo establecido en el Decreto Ley N° 25977, Ley General de Pesca, en su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 012-2001-PE, en el Decreto Legislativo N° 1084, Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación, en su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 021-2008-PRODUCE, en el Reglamento de Fiscalización y Sanción de las Actividades Pesqueras y Acuícolas aprobado por Decreto Supremo N° 017-2017-PRODUCE, y demás disposiciones legales vigentes.

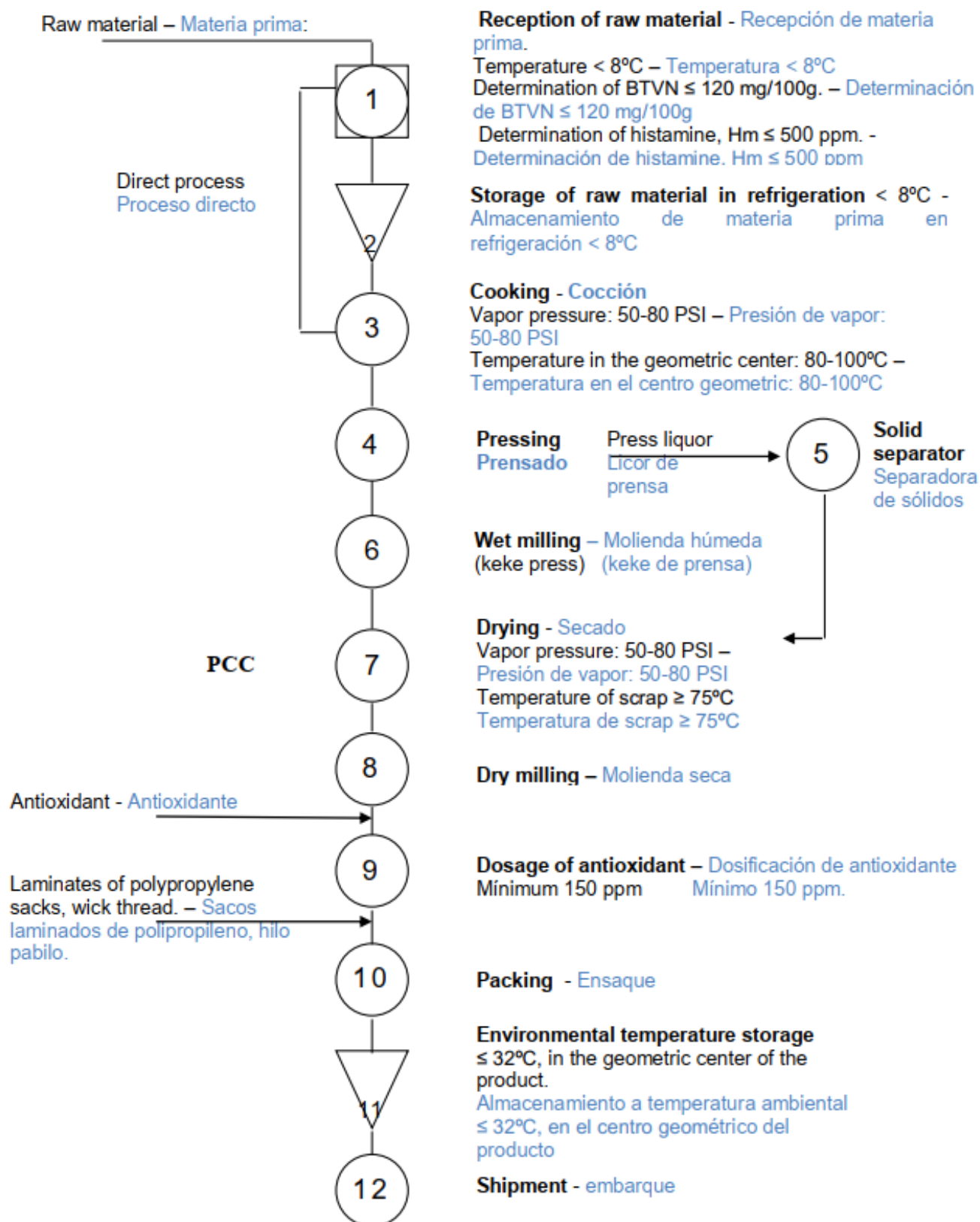
Artículo 8.- Difusión y supervisión de la Resolución Ministerial

Las Direcciones Generales de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura, de Pesca de Consumo Humano Directo e Indirecto, de Supervisión, Fiscalización y Sanción del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción; así como la Dirección General de Capitanías y Guardacostas de la Marina de Guerra del Perú del Ministerio de Defensa, en el ámbito de sus respectivas competencias, realizarán las acciones de difusión que correspondan y velarán por el cumplimiento de lo dispuesto en la presente Resolución Ministerial.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

RAÚL PÉREZ-REYES ESPEJO

Ministro de la Producción

FLOW CHART FOR THE PROCESSING OF FISH WASTE




**MANUAL BUENAS PRÁCTICAS
DE MANUFACTURA PLANTA DE
HARINA**

MAN SGI 09

VERSIÓN

21 06 17

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PRODUMAR S.A.C. RUBI SANCINO REYES <small>JEFE DE GESTIÓN DE CALIDAD INTEGRAL</small>	 PRODUMAR S.A.C. FRANCISCO NAVARRO ROJAS <small>JEFE DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD</small>	 PRODUMAR S.A.C. GERARDO CARRERA SAENZ <small>GERENTE GENERAL</small>
GESTIÓN DE LA CALIDAD	PRODUCCIÓN PLANTA HARINA	GERENCIA GENERAL

PRESENTACIÓN

PROVEEDORA DE PRODUCTOS MARINOS S.A.C. presenta su Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, creado con el objetivo de constituir una guía para conseguir una calidad de nivel internacional en los productos de la pesca, teniendo en cuenta todo el proceso.

El Manual de Buenas Prácticas de Manufactura está diseñado para los productos:

- Harina de pota residual, harina de nuca de pota, plumas de pota.
- Aceite crudo de pota
- Harina de pescado residual
- Aceite crudo de pescado
- Harina de langostino residual

Nuestro Manual de Buenas Prácticas de Manufactura incluye los requerimientos de:

- Edificios e Instalaciones
- Equipamiento
- Higiene y Saneamiento
- Control de Procesos y Producción

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA HARINA DE PESCADO

1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

1.1 Propósito

Evaluación de la calidad físico organoléptica de las especies, esta etapa es considerada como punto de control.

1.2 Alcance

A partir de la llegada a planta de la materia prima hasta que es almacenada en contenedor frigorífico.

1.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección de superficies del área de recepción así como los dinos que contienen la Materia Prima. La verificación se realiza utilizando como guía el Formato del Programa de Saneamiento Diario: **HS 001**.

Evaluar la materia prima utilizando el registro **HACCP-RMP-002 y HACCP-RMP-003**, determinando si el producto es apto para ser procesado, según puntuación obtenida que debe ser menor o igual a 8 puntos. El producto debe llegar a temperatura ambiente, y si se va almacenar entonces se debe agregar hielo inmediatamente para su conservación.

Al momento de la recepción, si la planta está en marcha, el pase de los residuos es directo a proceso, sino se depositan en dinos para ser almacenados en almacén frigorífico.

1.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Materia prima con color entre ligero rosado o rosado intenso y olor no característico y extraño (desagradable), textura de ligero blando a flácido.

Causa: Excesivo tiempo de espera entre el acopio y la recepción o malas prácticas de manufactura (mal manipuleo).

Alternativa de Solución correctiva: Procesar la materia prima lo antes posible.

Capacitación al personal en el buen uso de los materiales descritos, para un correcto descarte, se incluye capacitación al personal de limpieza.

Alternativa de Solución preventiva: Capacitación al personal en manipuleo de materia prima. Capacitación al personal del área y al personal que ingresa a laborar.

Defecto: Presencia de histamina ≥ 50 ppm.

Causa: Materia prima para la que no se ha conservado la relación tiempo-temperatura

Alternativa de Solución Correctiva: Refrigeración y/o procesamiento inmediato de la materia prima.

Alternativa de Solución Preventiva: Control de proveedores, análisis de Hm. En la materia prima, con frecuencia semestral.

Capacitación al personal encargado de la recepción, refrigeración de la materia prima.

Defecto: Presencia de dioxinas

Causa: Fuentes de contaminación de origen humano y/o natural.

Alternativa de Solución Correctiva: Eliminación de productos ajenos a la materia prima.

Alternativa de Solución Preventiva: Verificación anual de dioxinas, < 1.25 ng.

Defecto: Presencia de combustibles y/o lubricantes

Causa: En el transporte, la materia prima tiene la posibilidad de contaminarse con un posible derrame de lubricantes y/o combustible.

Alternativa de Solución Correctiva: Rechazo de la materia prima durante la evaluación físico-organoléptica.

Alternativa de Solución Preventiva: Control de Proveedores, capacitación al personal encargado de la recepción de la materia prima.

Defecto: Presencia de plásticos, láminas, restos de canastillas, cintas, guantes-látex, cartones., restos de cuchillas.

Causa: Desecho incorrecto de guantes, bolsas, cintas plásticas, cartón, otros.

Alternativa de Solución correctiva: Inspección visual durante la recepción de la materia prima.

Alternativa de Solución preventiva: Capacitación al personal del área y al personal que ingresa a laborar.

Capacitación al personal en el buen uso de los materiales descrito, para un correcto descarte, se incluye capacitación al personal de limpieza.

1.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción.

Jefe de Producción

Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Técnico de Aseguramiento de la calidad.

Miembros del equipo HACCP

1.6 Registros

HACCP-RMP-002: "Registro de Recepción de Materia Prima-Pescados"

HS 001: "Registro de Programa de Saneamiento Diario"

1.7 Validación del Proceso

Boletín de Investigación Instituto Tecnológico del Perú. Volumen 96.

"Aplicación del Método del Índice de Calidad de Pota (*Dosidicus gigas*). Enero-Diciembre 2004.- L. Ordoñez.

2. ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

2.1 Propósito

Conservar las condiciones organolépticas de la materia prima a utilizar en el proceso.

2.2 Alcance

Desde la recepción de la materia prima hasta el inicio del proceso.

2.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección del contenedor frigorífico, así como los dinos que contienen la materia prima. La verificación se realiza utilizando como guía el Formato del Programa de Saneamiento Diario: **HS 001**.

Los residuos, una vez recepcionados en dinos, se agrega hielo, para ayudar a la conservación de la materia prima, los dinos son almacenados en contenedor frigorífico, por un tiempo máximo de permanencia de 48 horas a temperatura < 15°C, la cual se registra en el formato **HACCP-RCP-003**. El orden de abastecimiento se llevará a cabo de acuerdo al principio FIFO (Primero en entrar, primero en salir).

2.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Temperatura ambiente del contenedor frigorífico fuera de lo establecido.

Residuos de pota y pescado en mal estado.

Causa: Falta de control y supervisión.

Dificultad para cumplir con el principio FIFO.

Alternativa de Solución Correctiva: Residuos de pota y/o pescado serán rechazados.

Alternativa de Solución Preventiva: Programa de mantenimiento; Capacitación al personal.

2.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción.

Jefe de Producción

Jefe de Aseguramiento de la Calidad:

Técnico de Aseguramiento de la Calidad.

Miembros del equipo HACCP

2.6 Registros

HS 001 : "Registro de Programa de Saneamiento Diario"

HACCP-RCP-003 : "Registro de Control de Proceso"

3. COCCIÓN

3.1 Propósito

Operación que tiene por objeto coagular proteínas, liberar lípidos, detener o eliminar la carga microbiana.

3.2 Alcance

Implica después de la salida del gusano helicoidal de la cocina que transporta la materia prima hasta el ingreso a la prensa.

3.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza de la cocina, detallado en el Registro del Programa de Saneamiento Diario **HS 001**

La cocción se realiza en un cocedor horizontal de construcción nacional de 5 TM/hora, el cual trabaja con vapor indirecto en el eje y es complementado con vapor directo mediante inyectores a una presión de 50-80 psi y a un rango de temperatura de 80-100°C, utilizando el registro **HACCP-RCP 003**.

La cocina consta de un cilindro horizontal estático con un tornillo helicoidal en su interior.

La transferencia de calor se logra mediante vapor en forma indirecta por el interior del tornillo y directo por medio de inyectores.

3.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Cocción inadecuada de la materia prima: Sobrevivencia de bacterias patógenas.

Causa: Temperatura <80°C y/o presión < 50 PSI.

Falta de control y supervisión no detectan ineficiente cocción, funcionamiento inadecuado de los equipos.

Alternativa de Solución correctiva: El operador del cocinador corregirá la desviación de los parámetros mencionados.

Alternativa de Solución Preventiva: Capacitación de personal en el proceso. Mantenimiento preventivo de los equipos.

3.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción
Operador
Jefe de Producción
Jefe de Aseguramiento de la Calidad:
Técnico de Aseguramiento de la Calidad:
Miembros del equipo HACCP

3.6 Registros

HS 001 : "Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-003 : "Registro de Control de Producción"

3.7 Validación del Proceso

Harinas de Pescado de ALTA CALIDAD
Concepción –CHILE, 1996
Cap.2 Proceso de Elaboración.
Pág. N° 48, Numeral 3. Cocción.

4. PRENSADO

4.1. Propósito

Eliminación de agua y grasa a través de las mallas que forman el cilindro de las prensas.

4.2. Alcance

Implica después de la salida del pre-strainer hasta el ingreso a la molienda húmeda.

4.3. Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza de la prensa, detallado en el registro **HS 001**.
Del cocinado se realiza una operación intermedia de drenaje muy importante que se realiza en un pre-strainer elevador de tornillo helicoidal con malla perforada que permite la salida del líquido para que se logre una eficiente operación de prensado.
La operación de prensado es completamente mecánica, siendo ésta por acción de la fuerza que comprime a la materia prima permitiendo la formación de una fase sólida y una fase líquida, incluyendo grasa.
El control del parámetro de humedad del keke de prensa como la eficiencia del prensado por medio del amperaje del motor eléctrico y velocidad son registrados en el formato **RCP 001**.

4.4. Desviaciones del Proceso

Defecto: Deficiencia del prensado de la materia prima.

Causa: Rotura en malla o templadores.

Alternativa de Solución Correctiva: Control de humedad mediante control organoléptico por el operador y confirmativo mediante análisis de laboratorio.

Regulación de la velocidad de la prensa.

Alternativa de Solución Preventiva: Programa de Mantenimiento; Capacitación del personal operador del proceso.

4.5. Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:
Operador
Jefe de Aseguramiento de la Calidad:
Técnico de Aseguramiento de la Calidad.
Miembros del Equipo HACCP

4.6. Registros

HS 001: "Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-003: "Registro de Control de Producción"

4.7. Validación del Proceso

Harinas de Pescado de ALTA CALIDAD
Concepción –CHILE, 1996
Cap.2 Proceso de Elaboración.
Pág. N° 84, Numeral 10.2 Prensas.

5. SEPARACIÓN DE SÓLIDOS

5.1 Propósito

Obtención de un sólido, libre de sólidos solubles y de una mayor cantidad de agua y aceite.

5.2 Alcance

Desde la salida del licor de prensa hasta el ingreso a molienda húmeda.

5.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza de la separadora de sólidos, detallado en el registro **HS 001**.

El licor de prensa, que tras una operación de cocción y prensado óptimo, contiene entre otros, sólidos solubles e insolubles, lípidos y gran cantidad de agua. Este efluente se procesa en una separadora con accionamiento mecánico, utilizando fuerza centrífuga. Lo que se persigue es la obtención de un sólido, libre de sólidos solubles y de una mayor cantidad de agua y aceite; finalmente pasa a formar el keke integral.

5.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Deficiencias en la recuperación de sólidos.

Causa: Descalibración del tambor de separadora.

Alternativa de Solución Correctiva: Calibración del equipo por personal técnico calificado.

Alternativa de Solución Preventiva: Programa de Mantenimiento; Capacitación del personal operador del proceso.

5.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:
Operador
Jefe de Aseguramiento de la Calidad:

Técnico de Aseguramiento de la Calidad.
Miembros del Equipo HACCP

5.6 Registros

HS 001: "Registro de Programa de Saneamiento Diario"

6. CENTRIFUGACIÓN

6.1 Propósito

El objetivo de la centrifugación es separar sólidos insolubles de un líquido de diferente densidad mediante una fuerza rotativa con la finalidad de obtener aceite de pescado.

6.2 Alcance

Implica después de la salida de la separadora de sólidos hasta el ingreso a tanque de almacenamiento de aceite.

6.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza de la centrifuga, detallado en el registro **HS 001**.

La operación se realiza en una centrifuga cuya capacidad es de 5000 lt/hora, en la cual el licor procedente de la separadora ingresa a la centrifuga de disco vertical del tipo de limpieza manual en el que el agua de cola sale constantemente, al mismo tiempo que los lodos quedan en la cubeta y se expulsan periódicamente. El principal elemento de la cubeta es una pila de discos cónicos superpuestos, el aceite pasa por el disco dirigiéndose hacia el centro y sale por los orificios de la boca superior hacia un tanque de almacenamiento.

6.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Deficiencia en la separación de sólidos insolubles con la fase acuosa.

Causa: falta de velocidad de los discos cónicos.

Alternativa de Solución Correctiva: verificación y control de las revoluciones del motor eléctrico.

Regulación de la velocidad de la centrifuga.

Alternativa de Solución Preventiva: Programa de Mantenimiento; Capacitación del personal operador del proceso.

6.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:

Operador

Jefe de Aseguramiento de la Calidad:

Técnico de Aseguramiento de la Calidad.

Miembros del Equipo HACCP

6.6 Registros

HS 001	:	"Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-003	:	"Registro de Control de Producción"

6.7 Validación del Proceso

Harinas de Pescado de ALTA CALIDAD
Concepción –CHILE, 1996
Cap.2 Proceso de Elaboración.
Pág. Nº 84, Numeral 10.2 Prensas.

7. MOLIENDA HUMEDA

7.1 Propósito

Consiste en romper las partículas gruesas del keke integral.

7.2 Alcance

A la salida de la prensa y los sólidos recuperados de la separadora, hacia el ingreso al secador.

7.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza del mismo detallado en el registro del Programa de Saneamiento Diario **HS 001**

Esta operación se realiza en un molino de martillos, fragmentando en forma mecánica el keke integral compuesto del keke de prensa y los sólidos recuperados de la separadora con la finalidad de facilitar la transferencia de calor durante la etapa posterior: Secado.

7.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Contaminación por bacterias patógenas (principalmente enterobacterias).

Causa: Contaminación del sólido, por contacto con superficies contaminadas.

Alternativa de Solución correctiva: Aplicación de procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto con los alimentos.

Alternativa de Solución Preventiva: Verificación de aplicación del procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto con los alimentos.

Defecto: Consumo alto de energía (Amperaje).

Causa: Desgaste de martillos.

Inadecuado mantenimiento.

Alternativa de Solución correctiva: Evacuación del keke integral para su posterior repaso.

Alternativa de Solución Preventiva: Mantenimiento preventivo de equipos, Capacitación al personal.

7.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción

Jefe de Producción

Jefe de Aseguramiento de la Calidad:

Técnico de Aseguramiento de la Calidad

Miembros del equipo HACCP

7.6 Registros

HS 001: "Registro de Programa de Saneamiento Diario"

8. SECADO (PCC 1)

8.1 Propósito

Esta operación consiste en reducir los niveles de agua con el fin de evitar el crecimiento de microorganismos (salmonella), siendo considerada esta etapa como punto de control crítico.

8.2 Alcance

Esta fase está comprendida desde la salida del producto de la molienda húmeda hasta su ingreso al molino seco.

8.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección respectiva del equipo, detallado en el registro del Programa de Saneamiento Diario **HS 001** y Registro de Limpieza, desinfección de materiales y Equipos **HS 003**.

El sistema de secado comprende el empleo de un secador tipo Rotadisk, con una capacidad de 10 t/h, la operación de secado se realiza por la transferencia indirecta de calor del vapor seco hacia la materia prima a través de una chaqueta estática y los discos rotatorios por donde internamente fluye el vapor seco, la presión de vapor utilizado es de 50-80 psi ó 4-6 Kg/cm². El scrap obtenido al final del secado no debe superar el 10% de humedad, la temperatura de secado es de **86 °C x 30 min como mínimo** y la temperatura del scrap a la salida debe ser **≥ 75 °C**. Los gases producidos del secado son expulsados fuera del sistema por un exhaustor de gases.

La verificación que se realiza de los parámetros establecidos se detallan en el registro **PCC 001: HACCP-RCP-004**

En nuestro caso para reducir variaciones inherentes al procedimiento resulta necesario especificar niveles concretos más rigurosos para garantizar el respeto del límite crítico.

8.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Temperatura inadecuada en el secador.

Causa: Baja de presión de vapor.

Alternativa de Solución correctiva: La harina debe ser recirculada de inmediato cuando presente humedad mayor a 10%.

Cuando el producto no alcanza temperatura **≥ 75°C** a la salida del secado, mantener por más tiempo el producto en el secador.

Alternativa de Solución Preventiva: Identificar el lote esperando resultados microbiológicos.

Programa de mantenimiento.

Capacitación del Personal.

8.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:

Operador del Secador

Jefe de Aseguramiento de la Calidad

Técnico de Aseguramiento de la Calidad

Miembros del equipo HACCP

8.6 Registros

HS 001	:	"Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-004	:	"Registro de Control de operación de Secado"
HACCP-RCM-006	:	"Registro de Mantenimiento y Calibración de Equipos"

8.7 Validación del Proceso

Instituto tecnológico Pesquero del Perú

Curso para la selección de inspectores sanitarios para el Sector Pesquero. Volumen II.

Pág 22. Crecimiento que limita factores y la resistencia térmica de las bacterias patógenas, ocurren normalmente en los mariscos que originan del depósito Animal/humano (bacterias no-indígenas del grupo 2). Los datos que se adaptaron de Doyle (1989), Buckle (1989), Varnam y Evans (1991) y Farber (1986)

NTP 204.037-1986. HARINA DE PESCADO.

Detección de Salmonella.

Controles Diarios de Contenido de Humedad realizados en Balanza de Determinación de Humedad OHAUS, Modelo MB 200 de propiedad de Produmar S.A.C.

Validación anual del proceso de secado (PCC1) con el respaldo de un laboratorio acreditado.

Calibración de equipo termómetro por empresa acreditada con frecuencia anual.

8. A PURIFICADOR

8.A.1 Propósito

Esta operación consiste en separar material contaminante como plásticos, elementos extraños, del scrap que sale del secador, estos contaminantes llevan scrap el cual para aprovecharlo deberá separarse del material contaminante y ser reprocesado.

8.8 Alcance

Esta fase está comprendida desde la salida del producto del secador hasta su ingreso al molino seco.

8.9 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección respectiva del equipo, detallado en el registro del Programa de Saneamiento Diario **HS 001** y Registro de Limpieza, desinfección de materiales y Equipos **HS 003**.

El sistema de purificación comprende el empleo de un tambor giratorio , con velocidad mayor a 1000 rpm y al girar a grandes velocidades salen expulsados los contaminantes plásticos, madera, metal, etc, siendo trasladados a través de un tubo y recibido en un envase de polipropileno. El scrap de pota q sale expulsado junto con el material contaminante es separado y enviado antes del secador para ser reprocesado.

La verificación que se realiza de los parámetros establecidos se detallan en el registro: **HACCP-RCP-004**

8.10 Desviaciones del Proceso

Defecto: Material Contaminante en la harina.

Causa: No se identificaron contaminantes en la recepción de materia prima.

Alternativa de Solución correctiva: La harina debe ser reprocesada de inmediato cuando presente contaminación de éste tipo.

Alternativa de Solución Preventiva: Capacitación al personal supervisor y operario.

8.11 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:
Operador de Ensaque
Técnico de Aseguramiento de la Calidad
Miembros del equipo HACCP

8.12 Registros

HS 001 : "Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-004 : "Registro de Control de operación de Purificación"
HACCP-RCM-006 : "Registro de Mantenimiento y Calibración de Equipos"

8.13 Validación del Proceso

NTP 204.029:1985 HARINA DE PESCADO
Determinación del tamaño de Partícula: Tamizado manual.

9. MOLIENDA SECA

9.1 Propósito

Esta operación se realiza para reducir, homogenizar y obtener partículas de harina semifina.

9.2 Alcance

A partir de la salida del secador hasta el transportador neumático.

9.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección respectiva del equipo, detallado en el registro HS 001 y HS 003.

Esta operación se realiza con molinos de martillos a una revolución de 1800 RPM y una abertura de malla de 3/16", obteniendo un producto grueso, semifino, fino.

9.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Producto que no corresponde a la clasificación.

Causa: Clasificación inadecuada.

Alternativa de Solución correctiva: Efectuar una nueva clasificación.

Alternativa de Solución preventiva: Capacitación de personal de clasificado.

Defecto: Producto no reúne el peso requerido de acuerdo a la presentación necesaria.

Causa: Balanzas descalibradas, capacitación inadecuada del personal encargado del pesado.

Alternativa de Solución correctiva: Verificación de la calibración de los equipos, capacitación al personal.

9.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción.
Operadores de Proceso
Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
Técnico de Aseguramiento de la Calidad.
Miembros del equipo HACCP.

9.6 Registros

HS 001 : "Registro de Programa de Saneamiento Diario"

9.7 Validación del Proceso

NTP 204.029:1985 HARINA DE PESCADO

Determinación del tamaño de Partícula: Tamizado manual.

10. DOSIFICACION DEL ANTIOXIDANTE

10.1 Propósito

Tiene como finalidad estabilizar la harina y aceite adicionando antioxidante para evitar la autocombustión o enranciamiento.

10.2 Alcance

Implica desde la salida del ciclón hasta el ensaque para la harina de pescado y desde la salida de la centrifuga hasta el almacenamiento.

10.3 Descripción de la Operación

La harina luego de recorrer el ducto es separada del aire por un ciclón y transportada al equipo dosificador de antioxidante, este dosificador consta de un tolvin de capacidad de 2800 Kg. Donde la harina es almacenada para luego ser extraída de este por medio de un tornillo helicoidal donde se le adiciona antioxidante, en cantidad necesaria para asegurar un remanente de antioxidante no menor a 150 ppm al momento del embarque, con una bomba de dosificación. Luego pasa por un transportador homogenizador de antioxidante. Se registra utilizando el formato **HACCP-RCP-003**.

El aceite después de salir de la centrifuga es bombeado hacia un tanque de almacenamiento, previo a ello se adiciona antioxidante en cantidad necesaria para asegurar un remanente de antioxidante no menor a 200 ppm al momento del embarque, con una bomba de dosificación. Se registra utilizando el formato **HACCP-RCP-003**.

10.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Variación de dosificación de antioxidante.

Causa: Falta de mantenimiento del dosificador.

Alternativa de Solución correctiva: Separar el producto identificando el lote para posterior análisis químico. Regulación de la cantidad exacta.

Alternativa de Solución preventiva: Mantenimiento preventivo. Capacitación al personal.

10.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción

Operador

Jefe de Aseguramiento de la Calidad

Técnico de Aseguramiento de la Calidad

Miembros del equipo HACCP

10.6 Registros

HACCP-RCP-003 : "Registro de Control de proceso"
HACCP-RCP-006 : "Registro de Mantenimiento y calibración de Equipos"

10.7 Validación del Proceso

Harinas de Pescado de ALTA CALIDAD
Concepción –CHILE, 1996
Cap.2 Proceso de Elaboración.
Pág. N° 77 Adición de Antioxidantes

NTP 204.036.1985 HARINA DE PESCADO
Determinación del antioxidante etoxiquina. Método fluorimétrico.

11. ENSAQUE

11.1 Propósito

La intención del ensaque es preservar el producto y protegerlo de la posible hidratación, oxidación y contaminación posterior, proporcionando así una fácil manipulación del producto ensacado.

11.2 Alcance

Implica después del transportador homogenizador de antioxidante hasta el comienzo del almacenamiento.

11.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección de las superficies del área de ensaque, informándose esto en el registro **HS 001** y Registro de Limpieza, desinfección de materiales y Equipos **HS 003**.

Una vez que el producto pasa por un transportador homogenizador de antioxidante es transportada a unos chutes donde es envasada y pesada en sacos laminados de polipropileno de 50 Kg +/- 150 g ó 25 Kg +/- 100 g. Para luego ser almacenados, siendo registrados en el formato **HACCP-RCP-003**

11.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Costura deficiente.

Causa: Falta de control y supervisión en el proceso de cocido de los sacos.

Alternativa de Solución Correctiva: Retiro de los sacos para ser cocidos correctamente.

Alternativa de Solución preventiva: Mantenimiento preventivo. Capacitación al personal.

11.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:

Operadores

Jefe de Aseguramiento de la Calidad:

Técnico de Aseguramiento de la Calidad:

11.6 Registros

HS 001:	"Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HS 003:	"Registro de Limpieza, desinfección de materiales y Equipos"
HACCP-RCP-003:	"Registro de Control de Proceso"

11.7 Validación del Proceso

NTP 204.040: 1987 HARINA DE PESCADO. Envase y Rotulado

12. ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE

12.1 Propósito

El objetivo del almacenamiento es de preservar el producto hasta que llegue a su destino.

12.2 Alcance

Involucra tanto el término del empaque hasta el comienzo del embarque.

12.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección de superficies del almacén de producto terminado, informándose esto en el registro **HS 001**.

Una vez que el producto fue ensacado, los sacos son almacenados en ambientes cerrados y techados, colocados en parihuelas donde se forman rumas de 1000 sacos, equivalente a 50 t. La numeración de las rumas por año empieza en 01 por cada 50 t. o una cantidad comercial requerida, de producto terminado numerándolo a lo largo del año, según programación de embarques. Estas Rumas están identificadas con "A" (Súper Prime) y "P" (Prime) para harina residual de pescado y fecha de producción, permaneciendo en dicha zona hasta su comercialización, siendo esto registrado en el formato **HACCP-RCP-003**. Esta identificación se hace en un rótulo plastificado o acrílico donde se coloca **No de Ruma, Fecha de Producción y cantidad de sacos**.

Esta fase del proceso es llevado a cabo por personal sólo del área de ensaque.

El aceite de pescado es almacenado en un tanque de 13 m³ o en cilindros metálicos de aproximadamente 190 kg.

12.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Contaminación del producto.

Causa: Incumplimiento de condiciones sanitarias en almacén.

Alternativa de Solución correctiva: Proceder a corregir limpieza y Sanitización del almacén.

Alternativa de Solución preventiva: Capacitación del personal.

12.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción:

Jefe de Aseguramiento de la Calidad

Técnico de Aseguramiento de la Calidad

Miembros del equipo HACCP

12.6 Registros

HS 001:	"Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HACCP-RCP-003:	"Registro de Control de Proceso"
HS 001:	"Registro de Programa de Saneamiento Diario"
HS 003:	"Registro de Limpieza, desinfección de materiales y Equipos"

12.7 Validación del Proceso

NTP 204.039: 1986 HARINA DE PESCADO. Almacenamiento.

13. EMBARQUE

13.1 Propósito

Despacho de la mercadería de acuerdo a necesidades comerciales por parte de los clientes.

13.2 Alcance

Desde la salida de carga del almacén de productos terminados hasta el estibado completo dentro del contenedor y despacho del mismo.

13.3 Descripción de la Operación

Verificar que se ha realizado la limpieza y desinfección de superficies de la zona de embarque, informándose esto en el registro HS 001.

Verificar las condiciones sanitarias y físicas del contenedor como superficies internas y externas limpias, libre de sustancias y olores extraños, etc.

El producto es sacado del almacén de productos terminados por personal especializado (estibadores) con ayuda del personal de apoyo, que cosen los sacos (para el caso de la harina).

El producto es trasladado hacia el contenedor y estibados en este distribuyendo el total de la carga a lo largo de todo el contenedor, haciendo un balance adecuado con respecto al peso, una vez completa la carga se procede a fumigar con pastilla de Fosfuro de Aluminio (para el caso de la harina). Controlar que la temperatura del producto no exceda los 32°C, siendo supervisado el mismo por una Entidad de Apoyo.

Se deberá realizar el control de calidad del producto a embarcar, teniendo en cuenta tanto aspectos como: Adecuada codificación, etiquetado correcto, buena presentación y limpieza de los sacos, etc.

Todo esto se registra en el formato "Registro de Embarque": HACCP-RCP-005.

13.4 Desviaciones del Proceso

Defecto: Contaminación de bacterias patógenas (principalmente enterobacterias).

Causa: Sanitización incorrecta del personal.

Alternativa de Solución correctiva: Verificación de aplicación de procedimiento de desinfección de manos y calzado.

Alternativa de Solución preventiva: Capacitación del personal.

13.5 Responsabilidad

Jefe de Turno de Producción.
 Jefe de Producción
 Jefe de Aseguramiento de la Calidad:
 Técnico de Aseguramiento de la Calidad.
 Miembros del equipo HACCP

13.6 Registros

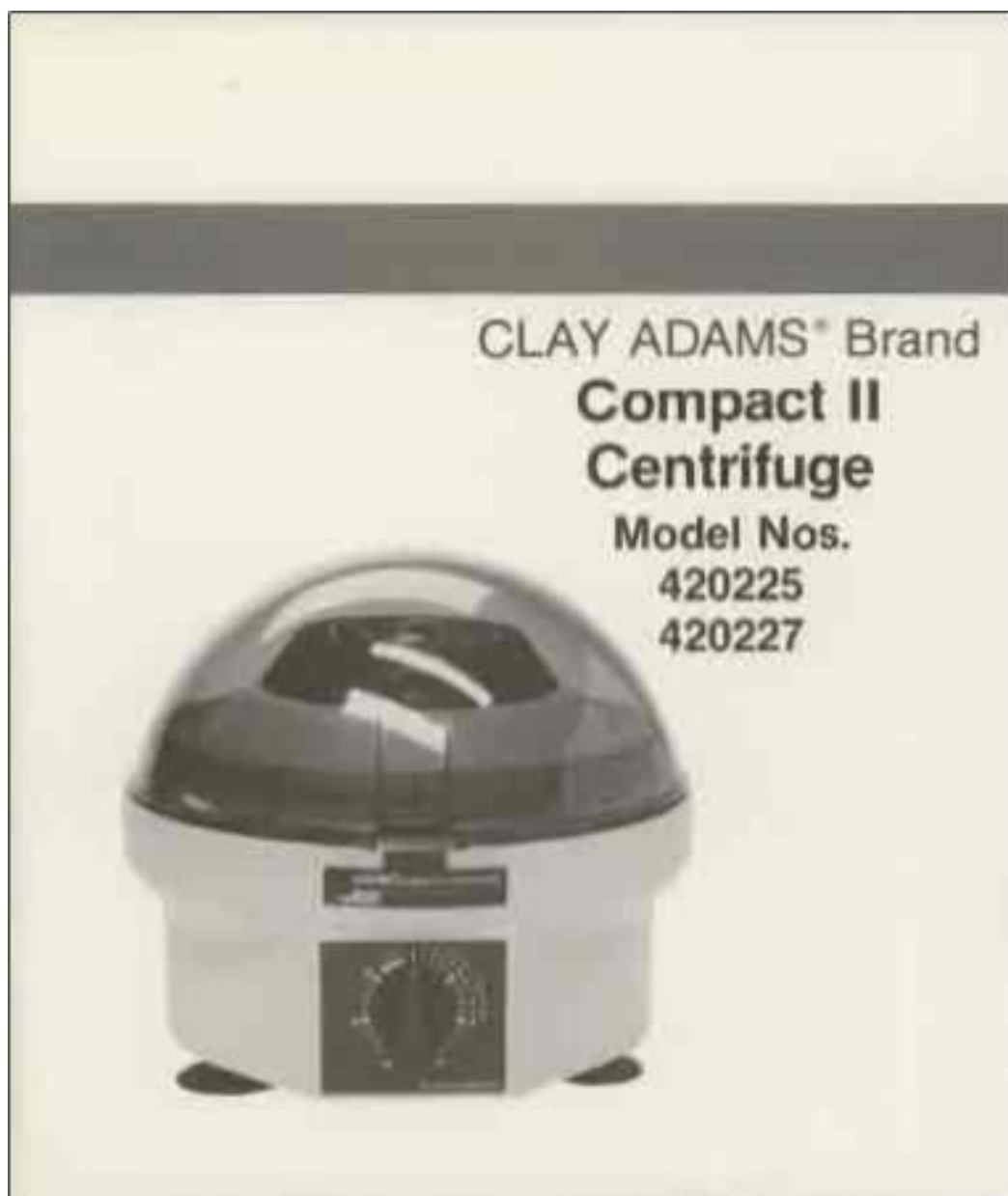
HACCP-RCP-005: "Registro de Embarque"

14. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA ANTERIOR	CAMBIOS O MODIFICACIONES	FECHA DEL CAMBIO	MOTIVO DEL CAMBIO	AUTOR
15 03 13	Inclusión de Control de cambios, Se anexan los formatos correspondientes.	02 05 13	Integración de los Sistemas de Gestión	Equipo HACCP
15 03 13	Actualización del Formato: HACCP-RMP-002: "Registro de Recepción de Materia Prima-Pescados"	12 05 14	Revisión del Sistema HACCP	Equipo HACCP
12 05 14	Actualización de Manual de BPM, inclusión de procesos de nuevas presentaciones.	18 05 16	Revisión de Sistema	Equipo HACCP

MANUAL DE USUARIO – THE CLAY ADAMS* Brand Compact II Centrifuge Model No.

420225



CLAY ADAMS® Brand Compact II Centrifuge Model Nos. 420225 and 420227 OPERATOR'S MANUAL

Becton Dickinson Primary Care Diagnostics
Becton Dickinson and Company
7 Lavelle Circle, Sparks, MD 21152-0370

ADAMS, CLAY ADAMS, VACUTAINER, SST, and HEMOGUARD
are trademarks of Becton Dickinson and Company.
Copyright © 1993 by Becton Dickinson and Company

Reorder No. 42022512

CONTENTS

	Page
SECTION 1 — INTRODUCTION	
1.1 Intended Use	1
1.2 Description	2
1.3 Specifications	2
SECTION 2 — INSTALLATION	
2.1 Included Parts	3
2.2 Use of Rotor Accessories	4
2.3 Power Requirements	4
SECTION 3 — OPERATING INSTRUCTIONS	
3.1 Temperature Requirements	4
3.2 Speed Vs Time	4
3.3 Loading and Balancing Rotor	5
3.4 Startup	6
3.5 Stopping	6
3.5.1 Automatic	6
3.5.2 Manual	6
3.6 Periodic Inspection of Rotor	6
3.7 Operating Precautions and Hazards	7
SECTION 4 — SPEED AND TIMER CHECKS	
4.1 Checking Rotor Speed	9
4.2 Checking Timer Accuracy	9
SECTION 5 — MAINTENANCE AND SERVICE	
5.1 Lubrication	10
5.2 Cleaning	10
5.2.1 General Cleaning	10
5.2.2 Disinfecting Rotor, Shields and Adapters	10
5.2.3 Cover Seal Ring	11
5.3 Replacement Parts List	12
WARRANTY	13

Section 1. INTRODUCTION

1.1 INTENDED USE

The CLAY ADAMS® Brand Compact II Centrifuge (Figure 1-1) is a versatile, lightweight machine that incorporates an adjustable timer and safety cover, making it ideal for routine separation work in the physician's office or other small laboratories. Relatively high speed (3200 rpm), combined with an angled rotor design that holds tubes at 37° from vertical, provides fast separation of materials of different densities and assures high deposition rates. Accessory adapters are supplied with the centrifuge to accommodate a variety of tubes including VACUTAINER® tubes with HEMOGARD™ closures.

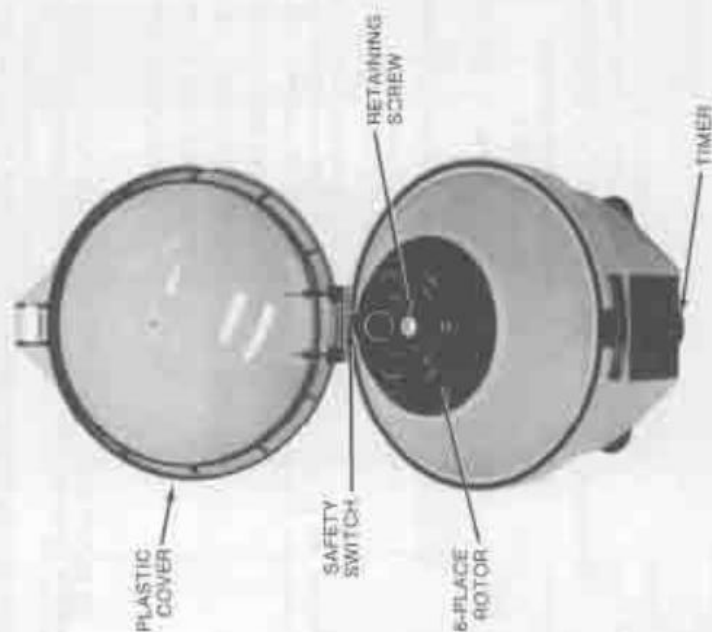


Figure 1-1. CLAY ADAMS Brand Compact II Centrifuge.

1.2 DESCRIPTION

The Compact II Centrifuge consists of a brushless synchronous motor mounted to a high strength mold plastic (or cast iron) base-plate, resting on three suction-type rubber feet to provide stability.

The angled rotor head is attached to the motor shaft by a drive ring and retaining screw. The head, when fitted with stainless steel shields, accommodates 6 tubes. A domed plastic cover encloses the rotor and actuates a safety interlock switch, which allows the motor to operate only when the cover is closed.

A mechanical escapement timer, electrically linked to a motor controller circuit, provides spin cycles of up to 30 minutes in 1 minute increments. A "hold" position on the dial also permits the timer knob to be set for continuous operation.

Compact II Centrifuges are available in the following models: No. 420225 — 120 volts/60 Hz and No. 420227 — 220 volts/50 Hz.

1.3 SPECIFICATIONS

- Rotor: 6-place angled head.
- Motor: Synchronous, permanent split capacitor.
- Cover-actuated motor cutoff safety switch.
- Timer: mechanical, 30-minute adjustable in 1-minute increments, with continuous spin setting, accurate to $\pm 10\%$ of dial setting; on/off electrical control of motor circuit.
- Speed: 3200 rpm, Model 420225
2700 rpm, Model 420227
- Relative Centrifugal Force (RCF)*: 1163 x g, Model 420225
828 x g, Model 420227
- Electrical:

Model	Volts	Freq.	Amp.
# 420225	120	60 Hz	1.5
# 420227	220	50 Hz	0.8
- Power Cord: 5 ft. (1.53m) grounded cord with 3 prong plug.
- Dimensions — Front to back: 26.7 cm (10.5 in);
Height, open: 35.6 cm (14.5 in);
closed: 21.6 cm (8.5 in).
- Weight: 6.8 kg (12.75 lb)

*at 10.2 cm radius, 15 ml. tubes.

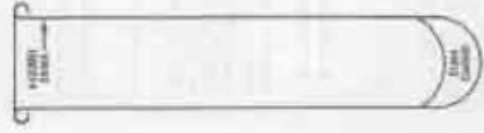
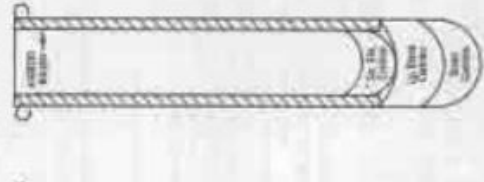
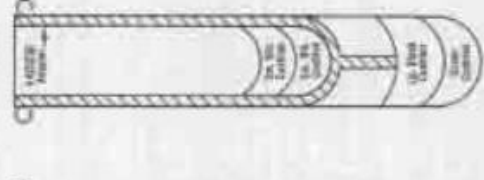
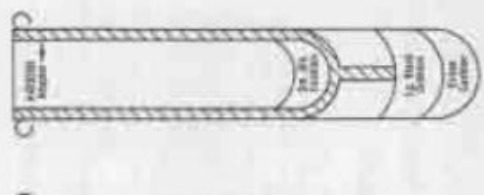
Section 2. INSTALLATION

2.1 INCLUDED PARTS

Except for rotor shields and special tube adapters, the Compact II Centrifuge is shipped fully assembled. Each of the six stainless steel shields (Cat. No. 42090") contains a green cushion. **These shields must be inserted in the rotor head before use.**

Shield adapters and applications for use with various size tubes are shown in the table below. Reorder numbers for rotor accessories are listed in Section 5.4.

ACCESSORIES SUPPLIED AND APPLICATIONS
FOR VARIOUS TUBE SIZES

			
Application • 15 ml, 17 x 125mm glass tubes, such as 3420966 and 420972 • 15 ml VACUTAINER Tubes	Application • 6, 10, 13 x 100mm tubes, such as #420933 and 420971 • 13 x 100mm VACUTAINER HEMOGARD Closure Tubes (1" line small) (for 1/4" tube only)	Application • For 5 ml VACUTAINER Tubes, use two small traps • For 13 x 75mm VACUTAINER HEMOGARD Closure Tubes	Application • For 13 x 25mm tubes, such as #420932 • For 13 x 75mm VACUTAINER HEMOGARD Closure Tubes • For 3 ml VACUTAINER Tubes, use one small black cushion

2.1 INCLUDED PARTS (continued)

The shields and rotor accessories contained in a labeled bag include the following:

- Stainless steel shield with installed green cushion — 6 each
- Large black rubber cushion (#420994) — 6 each
- Shield Adapter (#420250) — 6 each
- Shield Adapter (#420251) — 6 each
- Small black rubber cushion — 6 each

2.2 USE OF ROTOR ACCESSORIES

By using the rotor accessories according to the table on page 3, a variety of tube sizes may be centrifuged in the Compact II Centrifuge.

IMPORTANT: When using the cushions, *always be sure they are fully seated and that each tube rests on the cushion and not on the upper rim of the shield or shield adapter.*

2.3 POWER REQUIREMENTS

Connect the plug of the power cord to a grounded electrical receptacle rated for the voltage and frequency specified on the data plate of the centrifuge.

CAUTION

To avoid equipment damage and electrical hazards, connect power cord only to a 3-wire grounded receptacle delivering voltage and frequency specified on data plate on bottom of centrifuge. When only a 2 wire receptacle is available, have it replaced with properly grounded 3-wire receptacle by qualified service technician in accordance with National Electrical Code. Do not remove grounding prong from power cord. If extension cord is required, use only 3-wire grounded cord having proper voltage and current rating.

Section 3. OPERATING INSTRUCTIONS

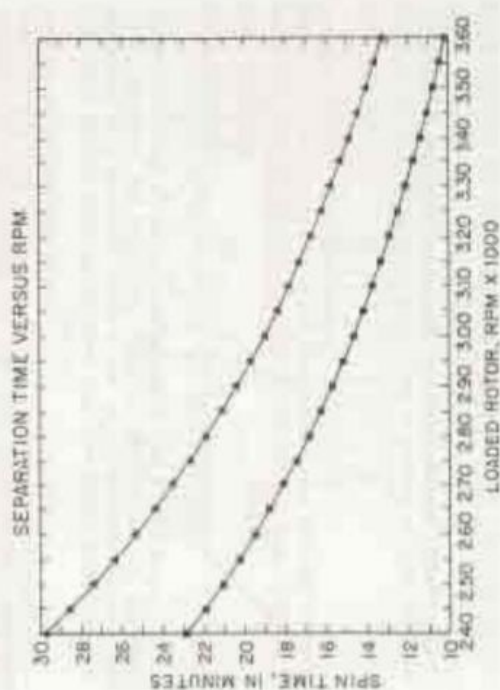
3.1 TEMPERATURE REQUIREMENTS

The Compact II is a general purpose centrifuge and is not recommended for the preparation of samples that require refrigerated processing. It is recommended that temperature of the operating environment be kept at 32°C (90°F) or lower. An idle period of 5 to 10 minutes between sequential runs, with the cover opened, is recommended to minimize temperature buildup.

3.2 SPEED VS TIME

The sedimentation of a sample is dependent upon the time and strength of the gravitational force (relative centrifugal force or RCF) to which the sample is subjected. Factors such as line voltage and rotor load will alter the speed (RPM) of the centrifuge rotor and, consequently affect the RCF. Centrifuge time can be extended to compensate for reduced RCF, thereby providing the required force-time product for proper sample preparation.

VACUTAINER® brand SST® Serum Separation Tubes specify 15 minutes spin at between 1000g and 1300g for proper separation. See Figure 3-1 for adjustments to spin time to achieve proper serum separation in SST Tubes.



▲ - MAXIMUM FOR PROPER SEPARATION (19,500 g - min)
 ■ - MINIMUM FOR PROPER SEPARATION (15,000 g - min)

Figure 3-1. Spin Time Adjustment Curves for VACUTAINER® SST® Tubes

3.3 LOADING AND BALANCING ROTOR

For smooth operation and extended life of the centrifuge, loads should be angularly distributed and balanced as evenly as possible.

Note: Be sure all six shields are installed in the rotor head before inserting specimen tubes.

To balance the load, place tubes of equal weight opposite each other. When centrifuging an odd number of tubes, place a balance tube of equal weight opposite the odd tube.

CAUTION

To avoid equipment damage and possible injury, never balance the rotor by adding weights, mercury or lead shot to the bottom of a shield or tube.

3.4 STARTUP

With the tube loads balanced, close and latch the top cover. The centrifuge will not start unless the small red button of the interlock switch near the cover hinge is depressed.

For spins up to 30 minutes: turn the rotary knob clockwise past the 5-minute dial mark; then turn the knob clockwise or counterclockwise to the desired time setting.

For spins greater than 30 minutes: turn the rotary knob counterclockwise until the knob stops in the HOLD position. *Note:* In the HOLD position, the motor will start and remain on until the timer knob is manually turned clockwise to the OFF position.

3.5 STOPPING

3.5.1 Automatic

When the timer clocks down to zero (knob reaches OFF position), a bell will ring and electrical power to the motor will shut off, causing the rotor head to coast to a stop.

3.5.2 Manual

In order to interrupt a timed spin cycle or to stop continuous centrifugation (from a HOLD setting), manually turn the rotary knob of the timer to the OFF position.

Note: Opening the top cover will cause the safety interlock switch to shut off power to the motor; however, this procedure is not recommended for stopping the spin cycle. To avoid possible contact with the spinning rotor, do not open the cover to stop the rotor. Always turn the timer knob OFF and wait for the rotor to stop before unlatching and opening the cover.

3.6 PERIODIC INSPECTION OF ROTOR

WARNING

TO AVOID ELECTRICAL HAZARDS, THE CENTRIFUGE MUST BE UNPLUGGED PRIOR TO CLEANING, SERVICING, OR REMOVING THE ROTOR HEAD FOR ANY REASON.

Periodically inspect the rotor head for defects and signs of wear or stress that might impair its continued safe use. A thorough inspection requires removal of the rotor as follows: turn the head screw counterclockwise until unthreaded, and lift the rotor from the motor drive and shaft.

Reinstall the rotor by placing it on the shaft and aligning the slot in the bottom of the rotor with the key in the motor drive (Figure 3-2).

Important: To ensure that the rotor is properly installed on the motor drive, use the head screw to hold the motor shaft stationary while turning the rotor until it drops into place; then tighten the head screw. The head screw must be firmly tightened prior to use. The rotor is correctly installed if clearance between the rotor and housing is approximately $\frac{3}{32}$ inches maximum (Figure 3-2).

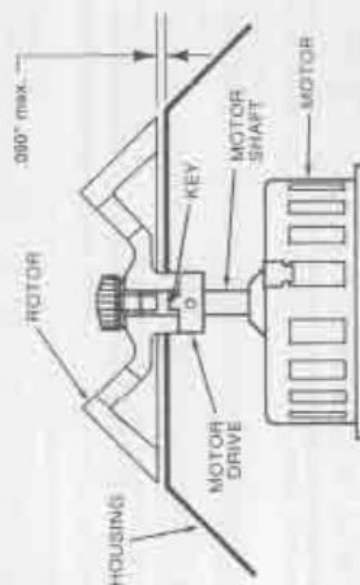


Figure 3-2. Cutaway View showing Correctly Installed Rotor

3.7 OPERATING PRECAUTIONS AND HAZARDS

To obtain properly centrifuged specimens and avoid damage or hazards, the following basic operating precautions should be carefully observed:

• Electrical Safety

- ☐ Operate the Centrifuge only at the line voltage and frequency specified on the data plate and from a grounded electrical outlet only
- ☐ Unplug the power cord before attempting to clean, service or remove the rotor head for any reason.
- ☐ If the power cord is damaged, have it replaced by a qualified service technician.
- ☐ Never attempt to override the electrical safety switch of the Centrifuge.

• Operating Precautions

- ☐ For smooth operation and long service life, always place tubes in the rotor shields in a balanced array.
- ☐ For continued safety, periodically inspect the rotor as described in Section 3.6 of this manual.
- ☐ Always close and latch the top cover before operating the Centrifuge.

• Infectious Disease Protection

- ☐ Observe universal precautions when handling blood specimens and body fluids.
- ☐ Always use protective laboratory gloves when working with blood.
- ☐ Inspect tubes before centrifugation: cracked or scratched tubes should not be used.
- ☐ Do not place the Centrifuge in a biological safety cabinet or other container, since the motor may produce strong air currents and turbulence which may disrupt the laminar air flow, or heat rise may affect the sample.
- ☐ If a tube breaks in the Centrifuge, carefully remove broken glass with a hemostat or other device, using puncture-resistant utility gloves. Disinfect the Centrifuge as described in Section 5.2.2.

Section 4. SPEED AND TIMER CHECKS

4.1 CHECKING ROTOR SPEED

The ADAMS Compact II Centrifuge is a fixed speed machine, with a nominal speed rating of 3200 rpm at 120 V/60 Hz. Speed should be checked periodically with a non-contact tachometer, such as an ADAMS Photoelectric Tachometer, Cat. No. 425205.

Perform the check with rotor shields and tubes installed. If operated at 120 VAC, 60 Hz, the speed measurement should be between **3060 and 3400 rpm** * If the electrical supply is satisfactory and speed is outside the above specification, the motor is most likely defective. See Section 5.3 for replacement parts.

See Section 1.3 for 220V Model 420227 specifications.

4.2 CHECKING TIMER ACCURACY

Periodically check the timer for accuracy against a stopwatch at 10-, 20-, and 30-minute settings. The timer should not differ from the stopwatch readings by more than $\pm 10\%$.

Repeat the check(s), if necessary, to eliminate the possibility of knob/tial setting or procedural errors. If the timer fails to shut off properly or is inaccurate, it should be replaced. See Sections 5.3 and 5.4 for replacement procedures and parts.

*Speed is line voltage and frequency dependent.

Section 5. MAINTENANCE AND SERVICE

5.1 LUBRICATION

The Compact II Centrifuge contains sealed, permanently lubricated bearings. No oiling or maintenance of bearings is required for the life of the machine.

5.2 CLEANING

5.2.1 General Cleaning

WARNING

TO AVOID ELECTRICAL HAZARDS, THE CENTRIFUGE MUST BE UNPLUGGED PRIOR TO CLEANING, SERVICING, OR REMOVING THE ROTOR HEAD FOR ANY REASON.

Use soap or a mild detergent and water to clean the cover, rotor, shields, and other parts of the centrifuge. (See below for special instructions on disinfecting the rotor and shields.) To prevent marring or scratching surface finishes, avoid the use of solvents or strong abrasives. Dry all surfaces with soft tissue or cloth.

5.2.2 Disinfecting Rotor, Shields and Adapters

To disinfect the rotor, remove it from the centrifuge as described in Section 3.4. Disinfect the rotor, shields, and adapters with a solution containing a 1:10 dilution of commercial sodium hypochlorite (5%). A 1:10 dilution can be prepared by adding one (1) part household bleach (e.g., CLOROX*) to nine (9) parts of water. Soak the rotor and other parts in the dilute bleach for at least ten (10) minutes to destroy the viral and bacterial contaminants.

After soaking in the dilute bleach solution specified above, completely immerse the parts in clean water. Rinse again under running water to remove all traces of the bleach.

Thoroughly dry shields and adapters, also dry the top and bottom surfaces of the rotor before re-installing. Oven-drying may be used, provided the temperature DOES NOT EXCEED 125°F (52°C).

IMPORTANT: The motor drive and head screw must be clean and dry before reassembling the rotor.

*Trademark of Clorox Company, Oakland, CA.

5.2.3 Replacing Cover Seal Ring

- Remove worn cover seal ring by peeling it from groove of housing (Figure 5-1).
- Scrape or rub off residual adhesive remaining in ring groove.
- Apply a coating of cyanoacrylate adhesive (or equivalent) along bottom of groove.
- Orient new ring as shown in Figure 5-1, and press firmly around circumference of groove. Make sure that open space between ends of ring is at rear of centrifuge.
- Allow adhesive to dry before closing lid.

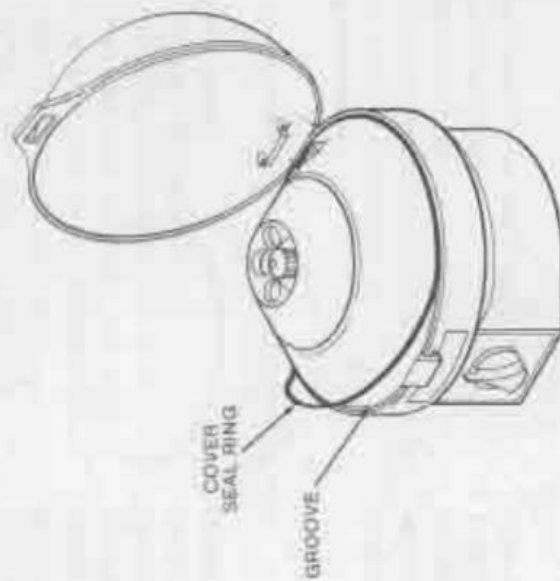


Figure 5-1. Cover Seal Ring.

5.3 REPLACEMENT PARTS LIST

Description	Reorder No.
• Centrifuge — See Item # in Figure 5-6.	
1. Head Screw Assembly	42015103
2. Rotor Head (6 place)	42022502
3. Motor Drive*	42015102
4. Motor Assembly, Model 0225 (120 volts)*	42022301
5. Motor Assembly, Model 0227 (220 volts)*	42022701
6. Seal Ring	42022503
7. Timer*	42022505
8. Timer Knob	42022504
9. Capacitor, Model 0225 (120 volts)*	42022506
10. Capacitor, Model 0227 (220 volts)*	42022702
11. Power Cord Assy., Model 0225 (120 volts)*	42022509
12. Power Cord Assy., Model 0227 (220 volts)*	42022703
13. Rubber Feet (package of 3)	42000108
14. Wire Clamp (package of 3)	42022507
15. Safety Switch*	42022508

*For replacement, refer to authorized service center only

• Rotor Accessories

Shield, Stainless, with cushion (1)	420901
Rubber cushion, large, black (12/pkg)	420944
Shield adapter (4/pkg)	420250
Shield adapter (4/pkg)	420251
Rubber cushion, small, black (4/pkg)	420249

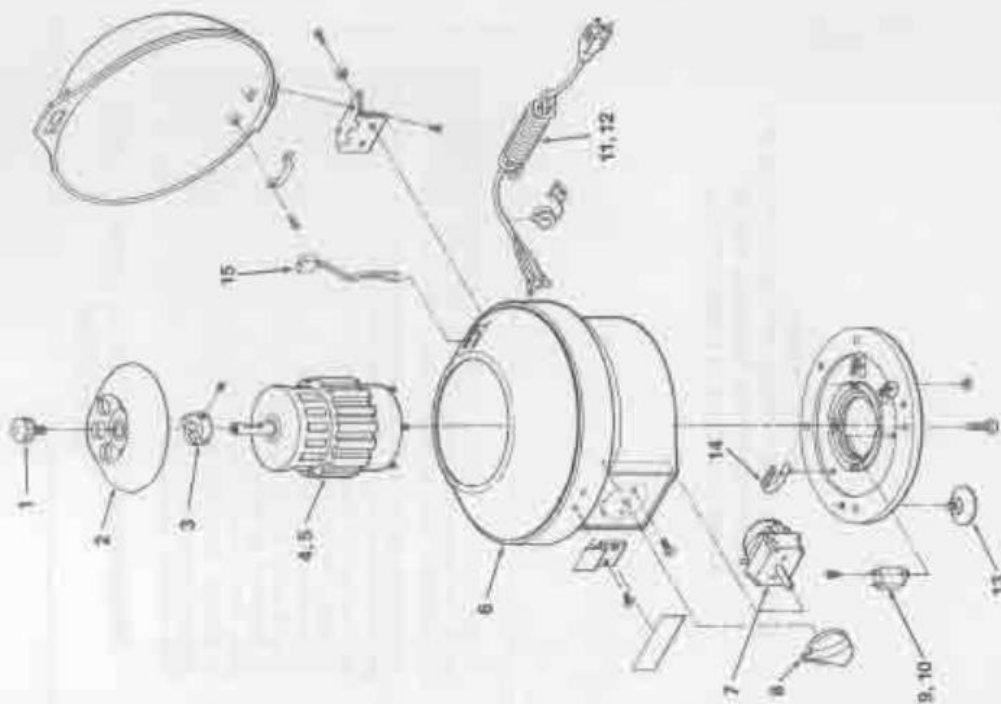


Figure 3-6. Compact II Centrifuge, Exploded View

WARRANTY

CLAY ADAMS® Brand Compact II Centrifuge

Becton Dickinson Primary Care Diagnostics, (herein after referred to as Becton Dickinson), warrants the CLAY ADAMS Brand Compact II Centrifuge to be free from defects in workmanship and materials for a period of one (1) year from date of installation, provided the Centrifuge is operated in accordance with the Operator's Manual. During such period, Becton Dickinson agrees to replace or repair any parts which, in its sole judgment, are found to be defective, provided the Centrifuge has not been subjected to misuse or abuse. The warranty stated herein shall extend to the original consumer only and not to any subsequent consumer of the Centrifuge. Becton Dickinson shall not be liable for any incidental or consequential damages. Becton Dickinson makes no other warranties, expressed or implied, except as stated herein.

For assistance in the United States,
call the Technical Service Department
at Becton Dickinson Primary Care Diagnostics:
1-800-631-8064